



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Valdor Reigo

**OSB/3 PLAADI KRUVI KINNITUSTUGEVUSE
MUUTUMINE LIGUNEMIS- JA KUIVAMISPERIOODIDE
TÕTTU**

**SCREW WITHDRAWAL RESISTANCE IN OSB/3 BOARD
AFTER SOAKING AND OVEN-DRYING PERIODS**

Ehitusinseneriõppe lõputöö
Maaehituse õppekava

Juhendajad: Emeriitdots. Harri Lille, *füüs – mat kand*
dots. Regino Kask, *PhD*

Tartu 2018

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Valdor Reigo		Õppekava: maaehitus	
Pealkiri: OSB/3 plaadi kruvi kinnitustugevuse muutumine ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu			
Lehekülgi: 88	Jooniseid: 38	Tabeleid: 24	Lisasid: 89
Osakond:		Maaehituse osakond	
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood:		Tsiviilehitus, T220	
Juhendaja(d):		emer dots. Harri Lille, dots. Regino Kask	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu, 2018	
<p>Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on uurida Hobau kruvi PROF TX20 4,2 x 57mm kinnitustugevust SWISS KRONO OSB/3 plaadis, plaadi erinevate kihtide ja laastude orientatsiooni suhtes ja viies läbi samad katsed koos hüdroisolatsioonmastiksiga katsekehade servadel, et näha, kas plaatide servade isoleerimine vee eest muudab plaati kinnitatud kruvide välja tõmbe tugevust.</p> <p>Töö koosneb kolmest erinevast etapist. Algselt, töö esimeses osas tegeleti katsekehade valmis lõikamise ja katsete ettevalmistamisega. Pooled katsekehad kaeti hüdroisolatsioonmastiksiga külgedel. Viidi läbi 10 ligunemise ja 10 väljakuivamise perioodi. Teises etapis määrati kruvide kinnitustugevus universaalsel katsemasinal INSTRON 3369. Viimases etapis tegeleti katsetulemuste analüüsi ja võrdlemisega teiste tulemuste üle. Andmete analüüsiks kasutati Exceli programmi ja tunnuste väljendamiseks lineaarset regressiooni. Katsete teostamisel järgiti Euroopa standardit (EN).</p> <p>Katsetulemused näitasid, et hüdroisolatsioonmastiksi kasutamine katsekehade lõikeservadel ei mõjuta kruvi kinnitustugevust plaadi pinnal. Hüdroisolatsioonmastiksi kasutamine katsekehade lõikeservadel parandas katsetulemusi kruvide servast tõmbamisel, kruvi kinnitustugevus oli võrreldes töötlemata katsekehaga paar perioodi parem, kuni mastiksi lagunemiseni. Kruvi tõmbetugevuse erinevus plaadi ülemiselt pinnalt ja alumiselt pinnalt ei olnud märgatav. Kruvide tõmbamisel katsekehade servadest näitas paremaid tulemusi risti orientatsiooni katsekehad. Ligunemis- ja väljakuivamisperioodide arv mõjutab kruvi kinnitustugevust</p>			
Märksõnad: OSB/3, kruvi kinnitustugevus, hüdroisolatsioonmastiks			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Valdor Reigo		Speciality: Rural building	
Title: Screw withdrawal resistance in OSB/3 board after soaking and oven-drying periods			
Pages: 88	Figures: 38	Tables: 24	Appendixes: 89
Department:		Rural building	
Field of research and (CERC S) code:		Civil engineering, T220	
Supervisors:		Assoc. prof. emer. Harri Lille, Assoc. Prof. Regino Kask	
Place and date:		Tartu, 2018	
<p>The purpose of this Master’s thesis is to study Hobau screw PROF TX20 4,2 x 57mm withdrawal resistance in SWISS KRONO OSB/3 board, measure different characteristics in, the board relative to the orientation of the strands and do the same testing with waterproof coating on the sides of the test samples to see if the extra protection from water will change screws withdrawal resistance.</p> <p>Research was carried out in three stages. The first stage was cutting and preparing the test samples, marking them and hydro-insulating the sides of half of the test pieces. After that, ten cycles of soaking and drying was carried out. The second stage consisted of measuring screw withdrawal resistance with universal testing machine INSTRON 3369. In the last stage the data was analysed and compared. The data was analysed in Excel, informative information was described with linear regression. Tests were done by following European standards (EN).</p> <p>Results showed that using hydro-insulation mastics on the sides of the test samples did not affect the screw withdrawal resistance pulled from the surface of the test samples. When measuring screw withdrawal resistance from the sides of the samples the samples with the hydro-insulation mastics showed better results in the first wetting and drying cycles until cracks formed in the insulation and water seeped in. Screw withdrawal resistance difference from the top and bottom surfaces of the test samples was not marginal. Pulling screws parallel to the orientation of the top surface strands showed better screw resistance results. The number of soaking and oven-drying periods have a direct effect to the screw withdrawal resistance.</p>			
Keywords: OSB/3 board, withdrawal resistance, hydro-insulation			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	8
1. KIRJANDUSE ANALÜÜS	10
1.1 Optimaalseim pilootaugu suurus	10
1.2 Puitlaastplaadi tootmine	10
1.3 Kruvi keermevahemiku mõju kinnitustugevusele puitlaastplaadis	11
1.4 Kruvi kinnitustugevuse võrdlus konventsionaalse laastplaadi ja orienteeritud laastplaadi vahel	13
2. SEADMED JA METOODIKA	14
2.1 Katsete seadmed	14
2.1.1 Seade katsekehades olevate kruvide tõmbetugevuse määramiseks	14
2.1.2 Katsekehade väljalõikamiseks kasutatud seade	15
2.1.3 Seadmed katsekehade kuivatamiseks	16
2.1.4 Katseseade konditsioneerimiseks	17
2.1.5 Seade katsekehade kaalumiseks	17
2.1.6 Seade katsekehade puurimiseks	18
2.2 Vajalikud vahendid katsete läbi viimiseks	18
2.2.1 Uurimiskehade ja kruvide mõõtmiseks	18
2.2.2 Katseteks kasutatud hüdroisolatsioonmastiks	19
2.2.3 Katsekehade leotamiseks kasutatud vahendid	20
2.2.4 Kinnitustugevuse mõõtmiseks kasutatud kruvi	20
2.3 Katsete teostamise metoodika	21
2.3.1 Katsekehade valmissaagimine	21
2.3.2 Katsekehade mõõtmine	22
2.3.3 Katsekehade ettevalmistamine	23
2.3.4 Kruvide kinnitamine katsekehadesse	25
2.3.5 Katsekehade kruvi kinnitustugevuse määramine	27
2.3.6 Katsetulemuste väljendamine	28
3. KATSETULEMUSED JA ANALÜÜS	31
3.1 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade ülemiselt ja alumiselt pinnalt	31
3.1.1 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade pinnalt peale ligunemise- ja väljakuivamisperioode	32
3.1.2 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud lõikeservadega katsekehade pinnalt peale ligunemise ja väljakuivamisperioode	35
3.1.3 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused konditsioneerimis kapi läbinud katsekehade pinnalt	38

3.1.4 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused konditsioneerimis kapi läbinud hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadega katsekehade pinnalt	40
3.2 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade lõikeservast pikki ja risti laastude orientatsiooni.....	43
3.2.1 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade servast peale ligunemis ja kuivamisperioode	43
3.2.2 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservast pikki ja risti laastude orientatsiooni	46
3.2.3 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade servast pikki ja risti laastude orientatsiooni niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$	48
3.2.4 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadega katsekehade servast pikki ja risti laastude orientatsiooni, niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$	50
3.3 Katsetulemuste võrdlus Renee Tamme magistritööga ja Siim Kallau magistritööga	53
KOKKUVÕTE	57
KASUTATUD KIRJANDUS	58
LISAD	60
Lisa 1. Katseperioodi 0a ja 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, tarbijakuiv	61
Lisa 2. Katseperioodi 0a ja 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, tarbijakuiv..	61
Lisa 3. Katseperioodi 0a 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega	61
Lisa 4. Katseperioodi 0a ja 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega.....	61
Lisa 5. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, tarbijakuiv	62
Lisa 6. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, tarbijakuiv ..	62
Lisa 7. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega	62
Lisa 8. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega.....	63
Lisa 9. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg ...	63
Lisa 10. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	63
Lisa 11. Katseperioodi 2a 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg	64
Lisa 12. Katseperioodi 2a 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	64
Lisa 13. Katseperioodi 3a 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg	64
Lisa 14. Katseperioodi 3a 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	64
Lisa 15. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	65
Lisa 16. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	65
Lisa 17. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	65
Lisa 18. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	65

Lisa 19. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	66
Lisa 20. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	66
Lisa 21. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	66
Lisa 22. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	66
Lisa 23. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	67
Lisa 24. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	67
Lisa 25. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	67
Lisa 26. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg.....	67
Lisa 27. Katseperioodi 10a ja 10ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg	68
Lisa 28. Katseperioodi 10a ja 10 ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg....	68
Lisa 29. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	68
Lisa 30. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	69
Lisa 31. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	69
Lisa 32. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	69
Lisa 33. Katseperioodi 3p ja 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	70
Lisa 34. Katseperioodi 3p 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	70
Lisa 35. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	70
Lisa 36. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	71
Lisa 37. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	71
Lisa 38. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	71
Lisa 39. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	72
Lisa 40. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	72
Lisa 41. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	72
Lisa 42. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	73
Lisa 43. Katseperioodi 8p 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg	73
Lisa 44. Katseperioodi 8p ja 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	73
Lisa 45. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg..	74
Lisa 46. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	74
Lisa 47. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg	74
Lisa 48. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg	75
Lisa 49. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskusesaldusega.....	75
Lisa 50. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskusesaldusega.....	75
Lisa 51. Katseperioodi 2a ja 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskusesaldusega.....	76

Lisa 52. Katseperioodi 2a ja 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	76
Lisa 53. Katseperioodi 3a ja 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	76
Lisa 54. Katseperioodi 3a ja 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	76
Lisa 55. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	77
Lisa 56. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	77
Lisa 57. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	77
Lisa 58. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	77
Lisa 59. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	78
Lisa 60. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	78
Lisa 61. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	78
Lisa 62. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	78
Lisa 63. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	79
Lisa 64. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	79
Lisa 65. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	79
Lisa 66. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	79
Lisa 67. Katseperioodi 10a ja 10ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	80
Lisa 68. Katseperioodi 10a ja 10ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	80
Lisa 69. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	80
Lisa 70. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	81
Lisa 71. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	81
Lisa 72. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	81

Lisa 73. Katseperioodi 3p ja 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	82
Lisa 74. Katseperioodi 3p ja 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga,12% niiskussaldusega.....	82
Lisa 75. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	82
Lisa 76. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga,12% niiskussaldusega.....	83
Lisa 77. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	83
Lisa 78. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga,12% niiskussaldusega.....	83
Lisa 79. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	84
Lisa 80. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	84
Lisa 81. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	84
Lisa 82. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	85
Lisa 83. Katseperioodi 8p ja 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	85
Lisa 84. Katseperioodi 8p ja 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	85
Lisa 85. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	86
Lisa 86. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	86
Lisa 87. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussaldusega.....	86
Lisa 88. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussaldusega.....	87
Lisa 89. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	88

SISSEJUHATUS

Puitlaastplaadid on saanud suureks osaks tänapäeva ehitusmaastikul. Paneelid on andnud väärtuse materjalile, mis on loetud kui jääkideks puidutööstuses. Nüüdseks on need paneelid saanud suureks turundusharuks puidutööstuses ja täidavad puudujääke turul mida muidu täideti täispuit toodetega. Võime toota suuri paneele, mis on suhteliselt ühesuguste füüsikaliste ja mehaaniliste omadustega on saanud asendamatuks.

Olemuslikult on puitlaastplaat sarnane puiduga, kuid tänu valmistamise meetodile on tal eelised täis puidu üle. Näiteks süüsuuna puudumine, parem võime hoida end sirgena, homogeensus. Seda tänu laastude väiksele suurusele. Probleemiks on aga plaadi väike jäikus ja laastplaat murdub suhteliselt kergelt. Puitlaastplaate valmistatakse tehisvaiguga segatud puitlaastudest, mis pressitakse seejärel pressi all kuumalt kokku. Plaat toodetakse suuremas mahus paksuses 8...22 mm. Antud töös kasutatakse plaate paksusega 12 mm. Laastplaatide soojusisolatsioon ja tulekindlus on paremad kui puidul, mille tõttu on plaati hea kasutada välisseintes ja katuse pindadel. Laastude kuju, suurus ja suund plaadis on olulised kvaliteeti määravad näitajad. Selles töös toimub kruvide väljatõmbamine OSB/3 plaadist laastude risti ja pikki suunas servadest kui ka plaadi ülemiselt ja alumiselt pinnalt. [1]

OSB plaat arenes välja 20-nda sajandi teises pooles. Plaadi eesmärk oli täita puudujääk vineeri järgi. Maailmatasemel on OSB ja MDF paneelide tootmine kasvanud kiiresti ja on saanud alternatiiviks seinakattena vineerile. Ülemaailmselt kasvas laastplaatide tootmine aastatel 1995-2005 umbes 2.4 miljonit kuupmeetrit aastas, ulatudes 2016 aasta 93 miljoni kuupmeetriini. OSB suureks eeliseks on tema universaalsus tootmises. Plaadi tootmiseks on võimalik kasutada puidutööstuse ülejääke ja väiksema diameetriga palke, millel muidu oleks väga limiteeritud kasutusvaldkonnad. Tänu tehnoloogia uuendamisele on tootmine muudetud täis automaatseks, mis on viinud laastplaatide hinna, võrreldes teiste samalaadsete plaatidega, madalaks. [2]

Magistritöö eesmärgiks on uurida kruvi kinnitustugevust vastupidavamas orienteeritud puistega puitlaastplaadis OSB/3. Kruvid kinnitatakse katsekehade pinnale ja servadesse. Pinnal olevate kruvidega uuritakse kas kruvi väljatõmbe jõule on erinevusi, kui valida plaadi ülemine või alumine pool. Servadesse kinnitatud kruvidega uuritakse laastude

orientatsioonist tingitud väljatõmbe jõu erinevusi. Plaadid läbivad kümme ligunemis ja kuivamisperioodi. Pooled katsekehad kaetakse hüdroisolatsioonmaastiksiga servadel, et uurida, kas niiskustõkke kasutamine katsekehade servades simuleerib suuremate mõõtmetega plaadi märgumise ja kuivamise olukorda.

Eelnevalt on Eesti Maaülikoolis uuritud hüdromaastiksi kasutamist plaadi servades niiskuskindla kasevineeri füüsikaliste ja mehaaniliste omaduste varieerumine läbiligunemise ja väljakuivamise tsüklite järel Silver Kruus (2016) [3]. Oma mõõtmistulemuste võrdlemise tegi ta Marko Sooru tööga (2015) [4]. Selles magistritöös lähtuti katsekehade niiskustsüklite läbiviimine eelpool nimetatud tööde põhjal. Katsekehad viibisid vees 24 tundi ja kuivatuskapis 48 tundi, et tagada proovikehade ühtlane niiskusaste. Kruvide kasutamisel katsekehades lähtuti standardist EVS-EN 320:2011 [5].

1. KIRJANDUSE ANALÜÜS

1.1 Optimaalseim pilootaugu suurus

Enam ja enam kasutatakse puidutööstuses vineeri ja puitlaastplaate. Enamasti põhjustel, et hoida kokku raha ja kasutada ära kogu materjali, mis puidu töötlemisel tekib. Vineerist ja laastplaatidest on võimalik valmistada mööblit ja erinevaid raame. Nende raamide valmistamisel kruvikinnitustega on vajalik teada faktilisi teadmisi kruvide kinnitustugevuse kohta. Kruvide kinnitustugevust on palju uuritud täispuidus, vineerplaatides ja puitlaastplaatides on aga palju erinevaid parameetreid ja seda ei ole nii laialdaselt uuritud. Üheks parameetriks on eelpuuritud augu suurus ning uurimus, kas on olemas optimaalne eelpuuritava augu suurus. Eelpuuritavate aukude mõju kruvi kinnitustugevusele on uuritud nii laastplaadi servades ja plaadi pinnal. Pindmisel testimisel läbis kruvi katsekeha, servadest tõmbamisel oli kruvi keerme osa keeratud materjali 25,4 mm. Keskmiselt andis parimaid tulemusi optimaalseima pilootaugu puurimisel auk, mille suurus oli 71-82% kruvi keerme südamikü diametrist. [6]

1.2 Puitlaastplaadi tootmine

Laastplaadid koosnevad liimist ja puitlaastudest, mis on kokku pressitud kõrge temperatuuri ja surve all. Laastplaatide suurem tootmine algas 1950-ndate alguses. Aja möödudes saadi aru laastplaatide universaalsusest erinevates puidutoodetes. Laastplaatidest sai lahendus ära kasutamaks madalama kvaliteediga ja väiksema diameetriga palke, tootes nendest plaate, mis on kahjurikindlamad ja suurema tugevusega. [7]

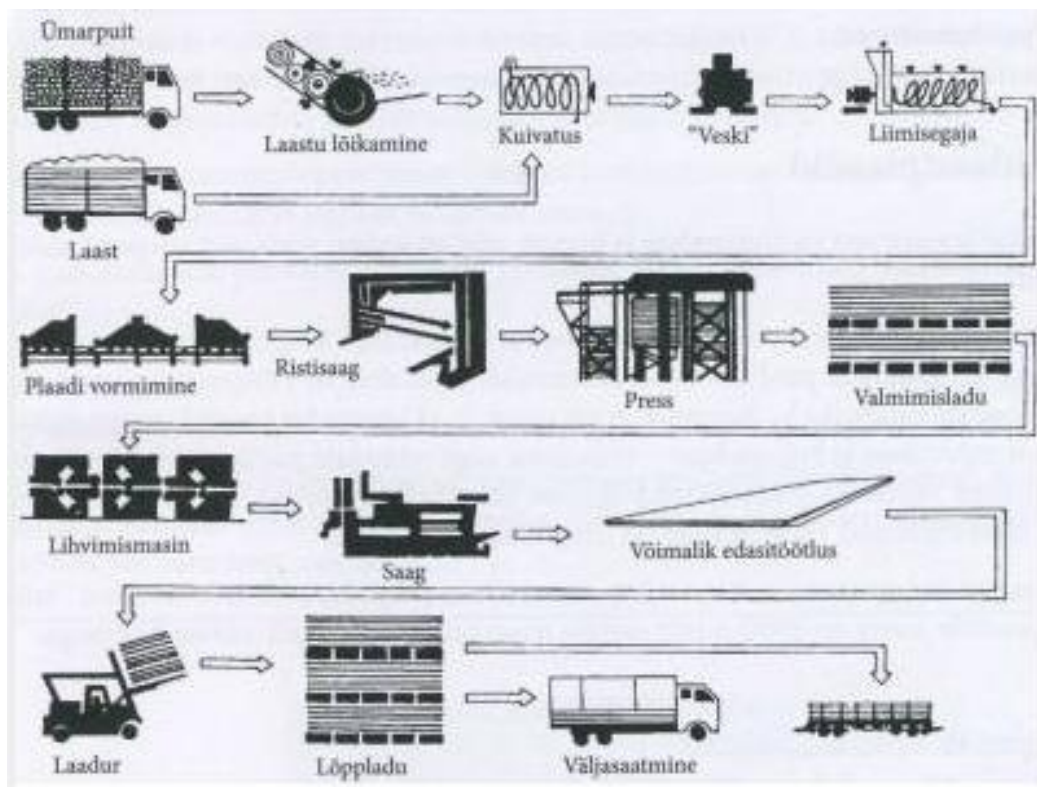
Puitlaastplaatide tehnilised andmed:

Laastu paksus 0,5 mm, laius 3...15 mm, pikkus 20...50 mm.

Liimi kogus laastplaatides 4...12% laastu kuivkaalust.

Tihedus 450...750 kg/m³

Laastplaatide tihedus on suurim plaadi ülemisel ja alumisel pinnal, sest tootmisel pressitakse plaati kokku kuumade pressidega. Pealispinnad saavad rohkem kuumust ja saavutavad suurema tiheduse. Plaadi keskosa ei saa otsest kuumust ja tihedus jääb madalamaks. Näide laastplaatide tootmisest on välja toodud joonisel 1.



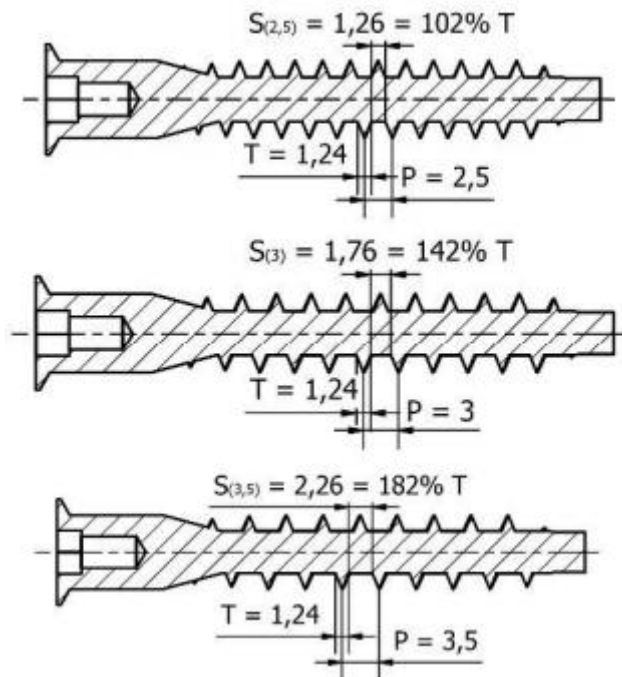
Joonis 1. Puitlaastplaatide tootmise skeem [8]

Laastpaadid on niiskusele palju tundlikumad kui massiivpuut. Plaatide ei ole soovitatav kasutada juba niiskustel 40...60%. Laastplaatide valmistamisel on võimalik liimiseku täiendades muuta laastplaati vastupidavamaks niiskusele, mädanikule ja tugevdada pinnatugevust. Laastplaatide areng konstruktsioonimaterjalina on saanud tähtsamaks kui kunagi varem ja uute tootmistehnoloogiate arendamine vastupidavamate plaatide valmistamiseks on kõrge väärtusega. [7]

1.3 Kruvi keermevahemiku mõju kinnitustugevusele puitlaastplaadis

Kruviühendusi, kus ühendus kinnitatakse otse materjali või ettepuuritud pilootauku kasutatakse palju mööblitööstuses ja ehituses. Kuigi kruvid on tunduvalt kallimad naeltest on nende kinnitustugevus ja kasutusmugavus palju suurem. Kruvid on vähe standardiseeritud, sest tänaseni puuduvad kruvidel ISO standardid. Sellest sõltumata on paljud kruvid sarnase disainiga. [9]

On viidud läbi uurimistöö kruvi keermevahemiku mõjust kinnitustugevusele. Läbi viidud töös vaadati kruvisid, mille keermevahemik oli 2,5 mm, 3,0 mm ja 3,5 mm. Joonisel 2 on välja toodud kasutatud kruvide struktuur, millel keermevahemik on märgitud tähisega “P” tabelis 1. [9]



Joonis 2. Pilootaukude uurimiseks kasutatud kruvi struktuur [9]

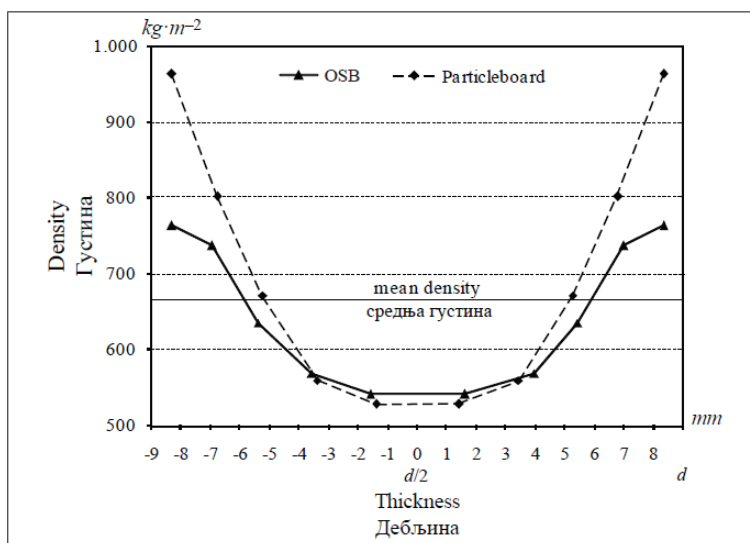
Tabel 1. Kruvide mõõtmised

Screw No	Pitch P (mm)	T (mm)
1	2,5	1,24
2	3	1,24
3	3,5	1,24

Keermekõrgus oli kõigil kruvidel 1,24 mm. Kokku tehti kolme kruvi peale kokku 54 katset, kaks kruvi paneeli servast, kolm erinevat kruvitüüpi, üheksa kordust. Katsed viidi läbi Zwick Z050 universaalsel masinal, mis sarnaneb INSTRON 3369 katsemasinaga. Katsete algus jõuks määrati 5 N, peale mida alustas katsemasin kruvide tõmbamist kiirusega 2 mm/min. Tulemustes täheldati, et kruvi keerme muutus ei näidanud märgatavat erinevust väljatõmbe jõus. [9]

1.4 Kruvi kinnitustugevuse võrdlus konventsionaalse laastplaadi ja orienteeritud laastplaadi vahel

Puitlaastplaatide kvaliteeti määramisel mängib olulist rolli selles plaadis kasutatud laastude kuju ja suurus. Tavaline laastplaat (Particleboard), edasipidi nimetagem seda LP-ks, ja orienteeritud laastplaat (OSB) koosnevad erineva kujuga puiduosakestest ja on heaks võrdlusmaterjaliks kruvi kinnitustugevustes. OSB on unikaalsem, sest selle pinnakihid on kaetud suuremate laastudega, tootmistehnoloogiad on aga sisuliselt samad. Plaatide pinnakihid on erinevad ning on uuritud, kas see on mõjutanud ka plaadi vahekihte. On läbi viidud uurimustöö, kus uuriti kruvi kinnitustugevusi nende kahe plaadi servades, mille tihedus on palju madalam plaadi pinnakihtidest. 18 mm paksuste LP ja OSB tihedused on välja toodud joonisel 3. LP plaadi tihedus on vahemikus 950 – 530 kg/m³ ja OSB plaadi tihedus on vahemikus 750 – 550 kg/m³. Keskmised tihedused vastavalt 681 kg/m³ ja 613 kg/m³. [10]



Joonis 3. Tavalise puitlaastplaadi ja orienteeritud laastplaadi tiheduse profiil [10]

Uurimustöös kinnitati kruvid katsekehade servadesse 30 mm sügavusele. Kasutati erineva diameetriga kruvisid 4,0 mm, 4,5 mm ja 5,0 mm. Tulemustes selgus, et kõikide kruvide puhul olid parimad näitajad OSB plaadil. Keskväärtused tõmbetugevuses olid 56-73% suuremad. Jooniselt 3 aga näha, et mõlema plaadi tihedused on plaadi serva keskel suhteliselt samad. Servade keskpunkti olid kinnitatud ka kruvid. Seega jäeti tulemuste arvestamisel välja tiheduse faktor. Samuti on tulemustes näha, et laastude suurus ja kuju võib suurelt mõjutada kruvi kinnitustugevust laastplaatide servades. [10]

2. SEADMED JA METOODIKA

2.1 Katsete seadmed

Antud peatükis antakse üldinfo kasutatud seadmete ja katsete teostusviisi kohta.

2.1.1 Seade katsekehades olevate kruvide tõmbetugevuse määramiseks

Kruvide tõmbetugevus katsekehades määrati INSTRON 3369 katseseadmega (vt joonis 3). Süsteem on mõeldud katsetamiseks nii tõmbe, kui survetugevusi kuni 50 kN. 3369 seeria masin edastab mõõtetulemused otse arvutiprogrammi Bluehill, mis töötlus andmed tabelisse ja genereeris joongraafiku tulemustest. Kruvide välja tõmbamiseks kasutati spetsiaalset tõmbepead, millele lubatud maksimaalne rakendatav koormus oli 25 kN. Tõmbepea on esitatud joonisel 4. Katsekehad asetati spetsiaalsesse vormi, mis võimaldas tõmmata kruvisid nii katsekehade servadest, kui ka pinnalt (vt joonis 5).



Joonis 3. Universaalne puidukatsemasin INSTRON 3369. Autori foto



Joonis 4. Tõmbepea. Autori foto



Joonis 5. Seade katsekehade paigal hoidmiseks. Autori foto

2.1.2 Katsekehade väljalõikamiseks kasutatud seade

Katsekehade väljalõikamiseks kasutati formaatsaagi Griggio SC32. Saetee laiusega 3,2 mm. Masina võimsus 4 kW, saeketta läbimõõt oli 315 mm (vt joonis 6).



Joonis 6. Formaatsaag Griggio SC32 [11]

2.1.3 Seadmed katsekehade kuivatamiseks

Katsekehade kuivatamiseks kasutati laborites universaalselt kasutatavaid Memmert ahjusid. Õhu temperatuur kapis ja õhu liikumine oli kontrollitav. Konditsioonist kapis andis infot katseseadme peal olev infodisplei. Kasutati kappe Memmert ULE 500 ja Memmert ULE 600. Mille võimsused on vastavalt 2000 W ja 2400 W. Kuivatuskapid võimaldasid temperatuuri kuni 220 °C, kuid katsete läbiviimisel hoiti temperatuur 101 °C peal. Kuivatuskapid Memmert ULE 500 (a) ja Memmert ULE 600 (b) on välja toodud joonisel 7.



a

b

Joonis 7. Kuivatuskapid Memmert ULE 500 (a) ja Memmert ULE 600 (b). Autori foto

2.1.4 Katseseade konditsioneerimiseks

Katsekehade ühtlase niiskuse saamiseks kasutati konditsioneerimiskappi Memmert, nähtav joonisel 8.



Joonis 8. Konditsioneerimiskapp Memmert. Autori foto.

2.1.5 Seade katsekehade kaalumiseks

Kaalumiseks kasutati seadet KERN PLB 1000-2. Seadme täpsuseks on kuni 0,01 grammi. Maksimum 1000 g. Kaal on välja toodud joonisel 9.



Joonis 9. Kaal KERN PLB 1000-2. Autori foto.

2.1.6 Seade katsekehade puurimiseks

Aukude eelpuurimiseks kasutati puurpink BOSCH PBD 40. Puuri võimsus on 710 W. Puurimissügavust oli võimalik kontrollida digitaalekraanilt. Puuri pöörlemissagedus 850 p/min. Puurimissügavused olid lukustatavad, mis tagas ühtlase sügavuse puurimisel kõikidesse katsekehadesse. Puur on välja toodud joonisel 10.



Joonis 10. Puurpink BOSCH PBD 40. Autori foto.

2.2 Vajalikud vahendid katsete läbi viimiseks

2.2.1 Uurimiskehade ja kruvide mõõtmiseks

Katsekehade mõõtmiseks kasutati digitaalset nihkkaliiber Scala-t. Mõõdiku täpsus 0,01 mm ja mõõtevahemik 300 mm. Nihkkaliiber on esitatud joonisel 11.



Joonis 11. Digitaalne nihikmõõdik. Autori foto.

2.2.2 Katseteks kasutatud hüdroisolatsioonmastiks

Uurimismaterjali hüdroisolatsiooniga katmiseks kasutati hüdroisolatsioonmastiksi. Hüdroisolatsioonmastiks Kiilto OY Fibergum on mõeldud kasutamiseks vahelduvalt märgadesse kohtadesse. Ei sobi kasutamiseks kohtadesse, mille temperatuur tõuseb kõrgemaks, kui 65 °C. See määrab katsete läbiviimisel kuivatuskapis oleva temperatuuri. Hüdroisolatsioonmastiks on spetsiaalselt mõeldud kasutamiseks puidust ehitusplaatidel. Maastiks kaetakse katsekehadele tavalise pintsli ja värvirulliga. Fibergum hüdroisolatsioonmastiks on välja toodud joonisel 12.



Joonis 12. Kiilto OY Fibergum hüdroisolatsioonimastiks. Autori foto.

2.2.3 Katsekehade leotamiseks kasutatud vahendid

Uurimismaterjali leotamiseks kasutati nelja 50 liitrist leotusvanni. Puidust kehade pinnale tõusmist takistasid metall raskused. Raskuste rakendamisel välditi liigse massi kasutamist, et mitte takistada vee imbumist uurimismaterjali. Katsete läbiviimiseks kasutatud vannid on esitatul joonisel 13.



Joonis 13. Leotusvannid. Autori foto

2.2.4 Kinnitustugevuse mõõtmiseks kasutatud kruvi

Katseseeriade läbi viimiseks kasutati Hobau kruvi PROF TX20 4,2 x 57 mm. (Vaata joonis 14).



Joonis 14. Hobau kruvi PROF TX20 4,2 x 57 mm. Autori foto.

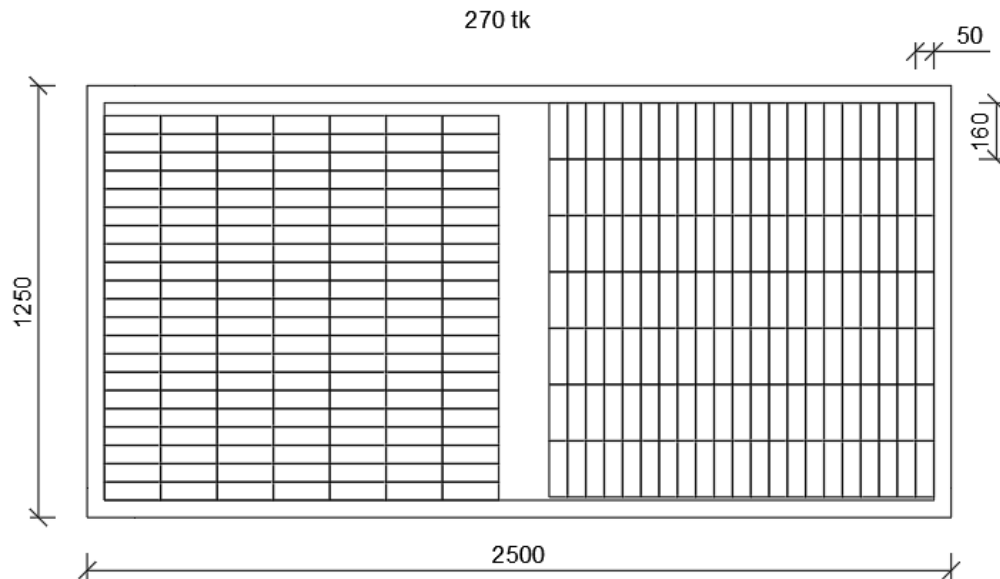
2.3 Katsete teostamise metoodika

Järgnevalt kirjeldatakse katsete läbiviimise metoodikat katsekehade uurimise läbiviimisel

2.3.1 Katsekehade valmissaagimine

Katseteks kasutati Poolas toodetud SWISS KRONO OSB/3 puitlaast plaati.

Katsekehade lõikamiseks kasutati plaate mõõtmetega 1250 mm x 2500 mm paksusega 12 mm. Plaatide valikul jälgiti, et plaadil puuduksid eelnevad defektid. Katsekehade mõõtmete määramisel sai otsustavaks katseraketise suurus. Kehade laius võeti standardist EVS-EN 326-1:2002. Standardi kohaselt on katsekehade laius 50 ± 1 mm. Kehade pikkus 160 mm tulenes katseraketise pikkusest. Kokku lõigati 540 katsekeha. Nendest pooled on lõigatud plaadi tootmislindiga samasuunaliselt, mis ühtib ka laastude orientatsiooni suunaga. Pooled on lõigatud laastude orientatsiooniga ristisuunas. Plaadis asetsevad laastud kolmekihiliselt, kruvide väljatõmbamine toimub katsekehade keskmisest kihist, keskmise kihi orientatsioon ei ühti aga plaadi pealmise kihi laastude orientatsiooniga, vaid on sellega risti. Katsete seletamise lihtsustamiseks nimetame siiski katsekehasid kruvide väljatõmbamisel nende pinnakihi orientatsiooni järgi. Katsekehade lõikeskeem on toodud välja joonisel 15.



Joonis 15. Katsekehade lõikamisskeem. Autori koostatud.

Standard EVS-EN 326-1:2002 selgitab katsekehade lõikamise korrektsust. Plaatidelt eemaldati välisserv 50 mm, et eemaldada risk defektiga katsekehade lõikamist. Katsekehade lõikamisel formaatsael kindlustati lõikamise täpsus ja lõikamise nurk 90° . [12]

2.3.2 Katsekehade mõõtmine

Niiskussisalduse määramisel järgiti standardit EVS-EN 322:2002. Standardis on sätestatud korrektne niiskussisalduse määramine katsekehadel. Katsekehad mõõdetakse testimise eel ja peale kuivatuskapis kuivamist. Mõõtmine saab toimuda vaid siis, kui katsekehad on saavutanud kuivamisel ühtlase oleku. Kaal katsekehadel ei tohi muutuda kahe kaalumise vahel 6 tunni jooksul rohkem kui 0,1%. Kaalumiseks on vajalik kasutada kaalu täpsusega 0,01 grammi. Kuivatamiseks kasutati ventileeritavaid kuivatuskappe. Katsete läbiviimisel jälgiti, et katsekehad oleksid puhtad. Kaalumine toimus kohe peale kehade veest välja võtmist raputades maha vaid liigse vee materjali pinnalt. Katsekehade ühtlase konditsiooni hoidmiseks hoiti neid kaalumise vahepeal õhukindlas plastikanumas, vältimaks uurimismaterjali kuivamist õhus. Katsekehasid hoiti kuivatuskapis 48 tundi, et tagada katsekehade püsiv mass vastavalt standardile. Kuivatuskapis paiknesid kehad võimalikult hajusalt, et toimuks piisav ventileerimine. Vaata joonis 16. [13]



Joonis 16. Katsekehade paigutus kuivatuskapis. Autori foto.

Standardis EVS-EN 322:2002 kuivatatakse katsekehi temperatuuril 103 ± 2 °C. Selles uurimustöös kuivatati katsekehi 65 ± 2 °C juures, kuna laastplaatides kasutatav karbamiid-formaldehüüd liim hakkab 70 °C juures hüdrolüüsuma, mis võib rikkuda laastude vahelise nakke [2].

Valem katsekehade niiskuse arvutamiseks täpsusega 0,1% (1). [13]

$$H = \frac{m_H - m_0}{m_0} * 100 \quad (1)$$

kus m_H on katsekeha algmass, g;

m_0 - katsekeha mass kuivalt, g.

Katseseeriade niiskused saadakse plaadist võetud katsekehade niiskuste aritmeetiliste keskmisest ja väljendatakse protsentides.

2.3.3 Katsekehade ettevalmistamine

Peale katsekehade välja lõikamist jaotati katsekehad vastavatesse gruppidesse. Igale katsekehale märgiti peale seeria number, laastude orientatsioon ja ülemine või alumine pool. Markeerimine toimus standardi EVS-EN 326-1:2002 põhjal. Töös ei olnud vajalik märkida ära plaadi number, kuna katsed kruvitõmbe kohta servast toimusid ühe plaadi katsekehadega

ja katsed tõmbele pinnalt toimusid teise plaadiga. Katsekehade kategoriseerimise süsteem on välja toodud joonisel 17.



Joonis 17. Katsekehade markeerimine.

Ühest puitlaastplaadist lõigati välja 270 katsekeha, kahe plaadi peale kokku 540 katsekeha. Need katsekehad jagunesid omakorda kaheks. Pooltel katsekehadel kaeti servad hüdroisolatsioonmaastiksiga. Katsete jaotus on välja toodud tabelites 2 ja 3.

Tabel 2. Katsete arv ilma hüdroisolatsioonmaastiksita.

Katsed ilma hüdroisolatsioonmaastiksita	Katsete arv
Tõmbetugevus plaadi ülemiselt pinnalt	132
Tõmbetugevus plaadi alumiselt pinnalt	132
Tõmbetugevus servast pikiplaati	198
Tõmbetugevus servast ristiplaati	198
Kokku	660

Tabel 3. Katsete arv hüdroisolatsioonmaastiksiga.

Katsed koos hüdroisolatsioonmaastiksiga	Katsete arv
Tõmbetugevus plaadi ülemiselt pinnalt	132
Tõmbetugevus plaadi alumiselt pinnalt	132
Tõmbetugevus servast pikiplaati	198
Tõmbetugevus servast ristiplaati	198
Kokku	660

Katsekehade hüdroisolatsioonmastiksiks kasutati Kiilto OY Fibergum hüdroisolatsioonmastiks. Mastiks kanti katsekehade lõikeservadele värvirulli ja pintsliga. Nõuete kohaselt tuli mastiks peale kanda kahekihiliselt. Esimese kihi kuivamisaeg oli 6 tundi ja teise kihi kuivamisaeg 16 tundi. Hüdroisolatsiooni kasutamine katsekehade servadel simuleerib suurema plaadi kasutamist reaalses olukorras. Väiksema katsekeha niiskumisel

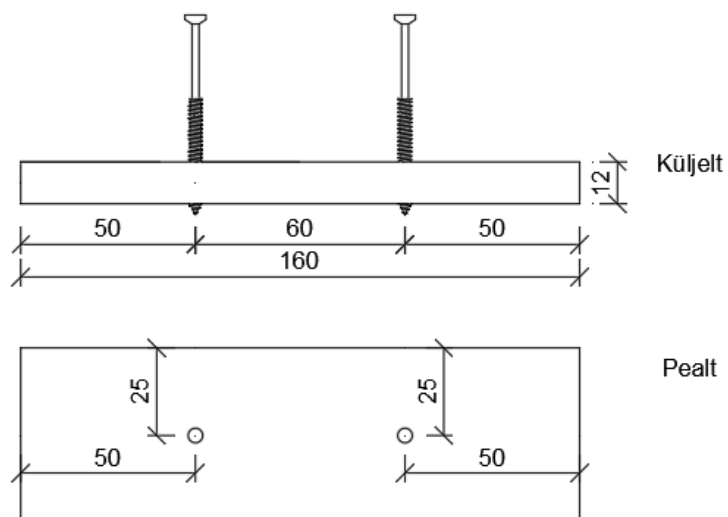
on tema servaaladel mõjuva niiskuse imendumine suurema mõjuga kui seda oleks täis suuruses plaadi puhul.

2.3.4 Kruvide kinnitamine katsekehadesse

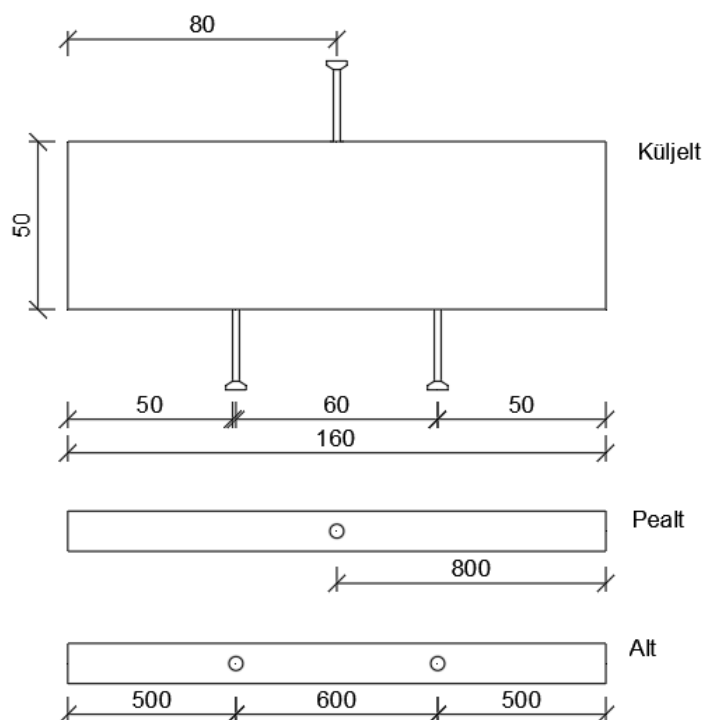
Kruvide kinnitamine katsekehadesse toimus standardi EVS-EN 320:2011 alusel. Uurimistöös kasutati kruvisid Hobau kruvi PROF TX20 4,2 x 57 mm. Kruvi valikul sai määravaks kruvi kasutus spetsiifika. Antud kruvi turustatakse kui OSB kruvi. Standardis kasutatud kruvi on samuti laiusga 4,2 mm keerme koha peal. Kruvi pikkus 57 mm oli miinimum pikkus, mis sobitus katseraketisega, lühemate kruvide puhul ei ulatunud tõmbepea kruvini.[5]

Katsekehadesse eelpuuraukude valmistamisel arvestati 2002. aastal läbi viidud uurimistööga, kus katsetati OSB plaadis optimaalseima eelpuuraugu suuruse leidmist. Katsed näitasid parimaid tulemusi aukudes, mille diameeter oli 71-82% kruvi südamiku diameetrist. Antud uurimistöös valiti eelpuuritava augu suuruseks 2,5 mm, mis on 82% kruvi südamiku laiusest. [6]

Kruvid kinnitati katsekehadel standardi EVS-EN 320:2011 järgi. Standardis on välja toodud kruvide miinimum kaugus 15 mm toepindadest. Katsekehad mille paksus on ≤ 15 mm, tuleb kruvi läbi katsekeha pinna keerata kuni kruvi otsas olev koonjas osa on läbi katsekeha vastas pinna (Vaata joonis 18). Kruvide paigutus servadest tõmmates (vt joonis 19).



Joonis 18. Kruvide läbivus katsekehas pinnalt tõmmates, vaade küljelt ja pealt. Autori koostatud.



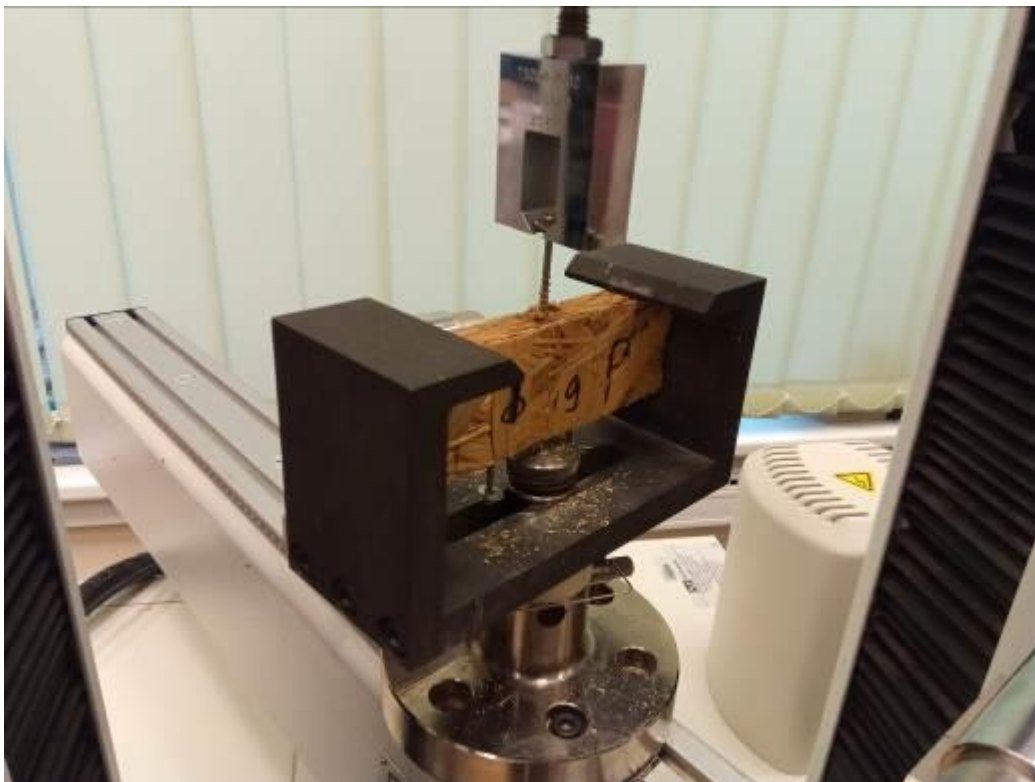
Joonis 19. Kruvide paiknemine katsekeha servast tõmmates. Vaated küljelt, pealt ja alt. Autori koostatud.

Kruvid kinnitati katsekehadesse peale hüdroisolatsioonmastiksi kuivamist ja enne märgumistsüklite algust. Kruvide keeramiseks kasutati akudrelli BOSCH. Katsekehade

servadesse puuriti juhtaugud 35 mm sügavused ja kruvi keermesügavuseks oli 30 mm. Juhtavad katsekehade pinnal on puuritud läbi plaadi.

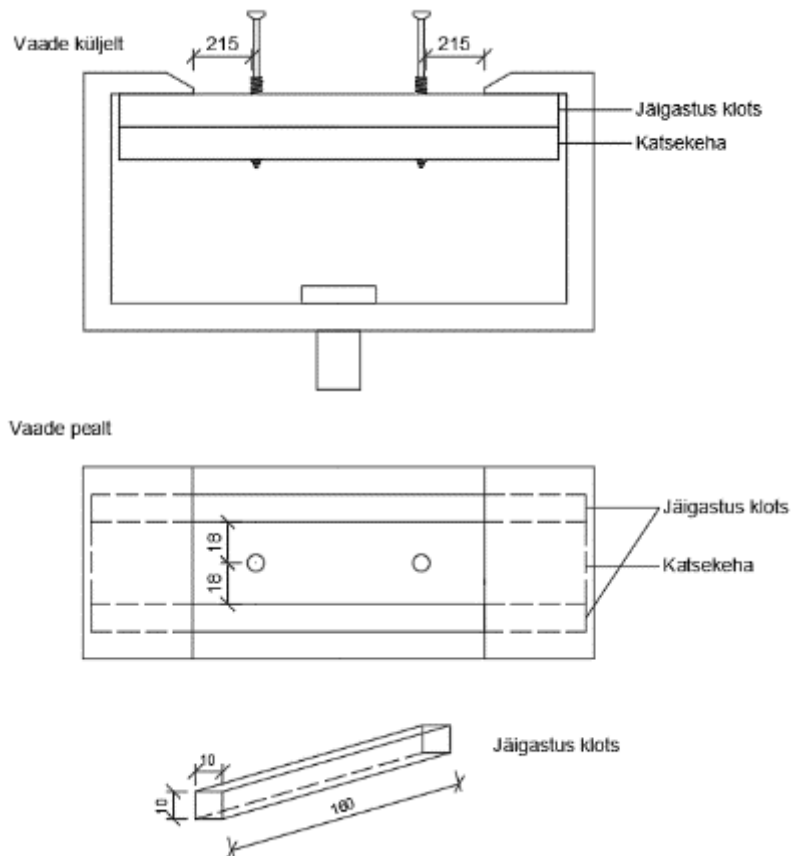
2.3.5 Katsekehade kruvi kinnitustugevuse määramine

Kruvi kinnitustugevuse määramisel juhinduti standardist EVS-EN 320:2011. Katsekehad jaotuvad kahte gruppi. Tõmbed katsekehade pinnalt ja tõmbed katsekehade servast. Katsekehade tõmbamiseks kasutati spetsiaalset raketist ja tõmbepead. Kruvi tõmme servast (vt joonis 20).



Joonis 20. Kruvi tõmme katsekeha servast. Autori foto.

Kruvide tõmbel pinnalt tuli katsekehade jäigastamiseks kasutada puidust klotse. Ilma jäigastavate klotsideta paindus katsekeha läbi katseraketise haarde. Klotside kasutamisel järgiti, et ei rikutaks standardi EVS-EN 320:2011 juhiseid kruvile lubatud miinimum distantssi 15 mm tugipindadest. kruvide positsioon katsekehade pinnal on kujutatud joonisel 21.



Joonis 21. Kruvide tõmbamine katsekehade pinnalt. Autori koostatud.

2.3.6 Katsetulemuste väljendamine

Katsetulemuste väljendamisel kasutati standardit EVS–EN 326–1:2002.

Vastavalt standardile on vaja iga katsekeha kõik eriomadused määrata EN nõuetest lähtuvalt kasutades statistilisi arvutusi, mille abil sai tulemusi kirjeldada.

Keskvärtuse arvutamine $\bar{x}_j(N)$ igale katsegrupile toimus valemiga (2).[12]

$$\bar{x}_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} / m , \quad (2)$$

kus m on katseperioodis olevate katsekehade arv;

x_{ij} – mõõtetulemuse väärtus;

i – katsekeha number seerias ($i = 1, 2, \dots, m$).

Katsekehade dispersiooni $S_{w,j}^2$ (N) arvutamine igale grupile valemiga (3). [12].

$$S_{w,j}^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{(m-1)}, \quad (3)$$

kus m on katseperioodis olevate katsekehade arv;

x_{ij} – mõõtetulemuse väärtus;

i – katsekeha number ($i = 1, 2, \dots, m$);

\bar{x}_j – keskväärtus katseperioodi katsetulemustele.

Standardhälve $S_{w,j}$ (N) arvutamine katsekehade grupile valemiga (4). [12]

$$S_{w,j} = \sqrt{S_{w,j}^2}, \quad (4)$$

kus $S_{w,j}^2$ on katseperioodi dispersioon.

Variatsioonikordaja V (%) arvutamine katsekehadele grupi järgi valemiga (5). [12].

$$V = \frac{S_{w,j}}{\bar{x}_j} \cdot 100, \quad (5)$$

kus $S_{w,j}$ on standardhälve katseperioodi jaoks;

\bar{x}_j – keskväärtus katseperioodi katsetulemustele.

Normaaljaotusega plaadi omaduse 5% alumise kvantiili $L_{5\%}^q$ (N/mm²) arvutamine katsekehade grupi järgi (6). [12]

$$L_{5\%}^q = \bar{x}_j - t_n \cdot S_{w,j}, \quad (6)$$

kus \bar{x}_j on keskväärtus katseperioodi katsetulemustele;

t_n – normaaljaotusega n plaadi proovi ühepoolne viie protsendiline t väärtus;

$S_{w,j}$ – standardhälve katseperioodi jaoks.

Normaaljaotusega plaadi omaduse 5% ülemise kvantiili $U_{5\%}^q$ (N/mm²) arvutamine katsekehade grupi järgi (7). [12]

$$U_{5\%}^q = \bar{x}_j + t_n \cdot S_{w,j}, \quad (7)$$

kus \bar{x}_j on keskväärtus katseperioodi katsetulemustele;

t_n – normaaljaotusega n plaadi proovi ühepoolne viie protsendiline t väärtus;

$S_{w,j}$ – standardhälve katseperioodi jaoks.

Standardis EVS–EN 326–1:2002 on välja toodud ühepoolsete t-väärtuste tabelis 4.

Tabel 4. Ühepoolsete t-väärtuste sõltuvus proovi suurusest n [12]

Proovi suurus n	8	10	15	20	25	30	35	40	60	100
t_n	1,89	1,83	1,76	1,72	1,71	1,70	1,69	1,68	1,67	1,66

Antud uurimustöös kasutati erinevaid proovi suuruseid m mida tabelis ei ole. Proovi suurused 6 ja 9 oli vajalik kasutada interpoleerimist. Saadud väärtused t_n on välja toodud tabelis 5.

Tabel 5. Töös kasutatud ühepoolsed t_n -väärtused

Proovi suurus n	6	12
t_n	1,95	1,8

3. KATSETULEMUSED JA ANALÜÜS

Selles peatükis on välja toodud kruvi kinnitustugevuse katsete tulemused. Eesmärgiks on näha, kas on erinevusi kinnitustugevuses kruvi kinnitamisel katsekehade ülemisse või alumisse pinda ja uurida tulemusi katsekehade servades, mis on lõigatud risti ja pikki laastude orientatsiooni. Lisaks tehti samad katsed peale hüdroisolatsioonmastiksi kasutamist katsekehade lõikeservadel. Mõõtmised toimusid märgadel katsekehadel otse peale ligunemist. Mõõtmised kuivade katsekehadega toimusid kohe peale katsekehade konditsioneerimis kapist välja võtmist. Katsete läbiviimisel seati hüpotees, et laastplaadi kruvi kinnitustugevused sõltuvad laastplaadi laastude orientatsioonist ja hüdroisolatsioonmastiksi kasutamine lõikeservadel parandab kinnitustugevust plaadi servades. Kruvi kinnitustugevuse uurimisel plaadi pinnalt uurime, kas plaadi alumine pind erineb plaadi ülemisest pinnast. Visuaalsel vaatlusel on plaadi alumisel pinnal olevad laastud väiksema pikkuse ja laiusega. Seeria 0 on kontroll katsekehad, mis näitavad märgade katsekehade puhul esialgset märgumata katsekeha ja kuivade katsekehade puhul märgumise tsüklit läbimata katsekeha, mis on otse viidud niiskussisaldusele $12 \pm 2\%$. Need on lisatud tabelisse võrdlemise eesmärgil, kui kiiresti kaotab kruvi kinnitustugevust perioodide tagajärjel.

Tulemused on kokku võetud koondtabelitesse, andmete töötlemiseks kasutati Microsoft Excel 2016 aasta programmi ja andmete täpsemaks kirjelduseks lineaarset regressiooni graafikut. Lõpuks võrreldakse tulemusi Siim Kallau ja Renee Tamm-e magistritöödega, kus uuriti OSB/3- plaadi füüsikalisi ja mehaanilisi omadusi peale märgumise ja kuivamise tsükleid.

3.1 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade ülemiselt ja alumiselt pinnalt

Uuritaval SWISS KRONO OSB/3 plaadil on eristatavad plaadi pinnad (vt joonis 22). Peale vaadates on plaadi alumisel poolel laastud lühema pikkusega ja kitsamad. Uuriti kas erinevus plaadi pindades näitab kinnitustugevuses erinevust. Seejärel tehti katsed hüdroisolatsioonmastiksiga, et uurida kas lisa kaitse niiskumise eest plaadi servadel mõjutab kruvi kinnitustugevust plaadi pinnal.



Joonis 22. Erinevus plaadi pindades. Märkega “U” on plaadi ülemine pind.

3.1.1 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade pinnalt peale ligunemis- ja väljakuivamisperioode

Kruvide tõmbamisel katsekehade pinnalt jaotati katsekehad kahte gruppi. Mõlemas grupis läbisid katsekehade seeriad tabelis märgitud ligunemise perioodide arvu. Seejärel tehti sama arv katseid läbi katsekehadega, mille servad olid kaetud hüdroplastiksiga. Kruvi kinnitustugevuse andmete töötlemine toimus standardi EVS-EN 326-1:2002 järgi [11]. Tulemustes kasutati ühepoolset t -väärtust $t_n=1,95$. Statistiliselt töödeldud katseseeriad kruvide kinnitustugevuse kohta katsekehade ülemiselt ja alumiselt pinnalt on kokku võetud tabelis 6.1 ja 6.2.

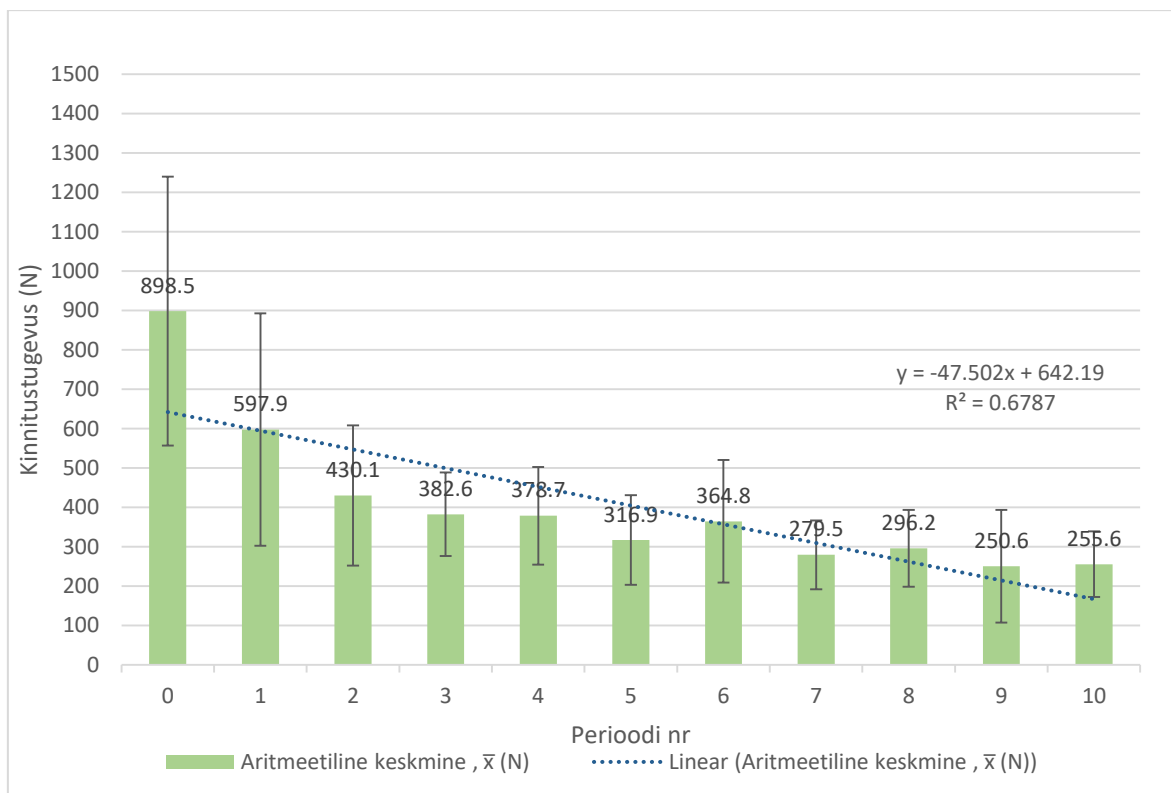
Tabel 6.1 Katseseeriad 0-10, kruvid tõmmatud katsekehade ülemiselt pinnalt

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine , \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	853.0	257.3	30.2	351.2	1354.8
1	593.3	131.4	22.1	337.1	849.5
2	397.2	95.0	23.9	212.1	582.4
3	357.2	48.0	13.4	263.6	450.7
4	395.1	67.3	17.0	263.7	526.4
5	294.7	70.2	23.8	157.9	431.5
6	326.2	57.8	17.7	213.5	438.9
7	284.4	43.1	15.1	200.4	368.4
8	268.8	69.5	25.8	133.4	404.3
9	289.6	59.4	20.5	173.8	405.4
10	255.1	19.6	7.7	216.8	293.3

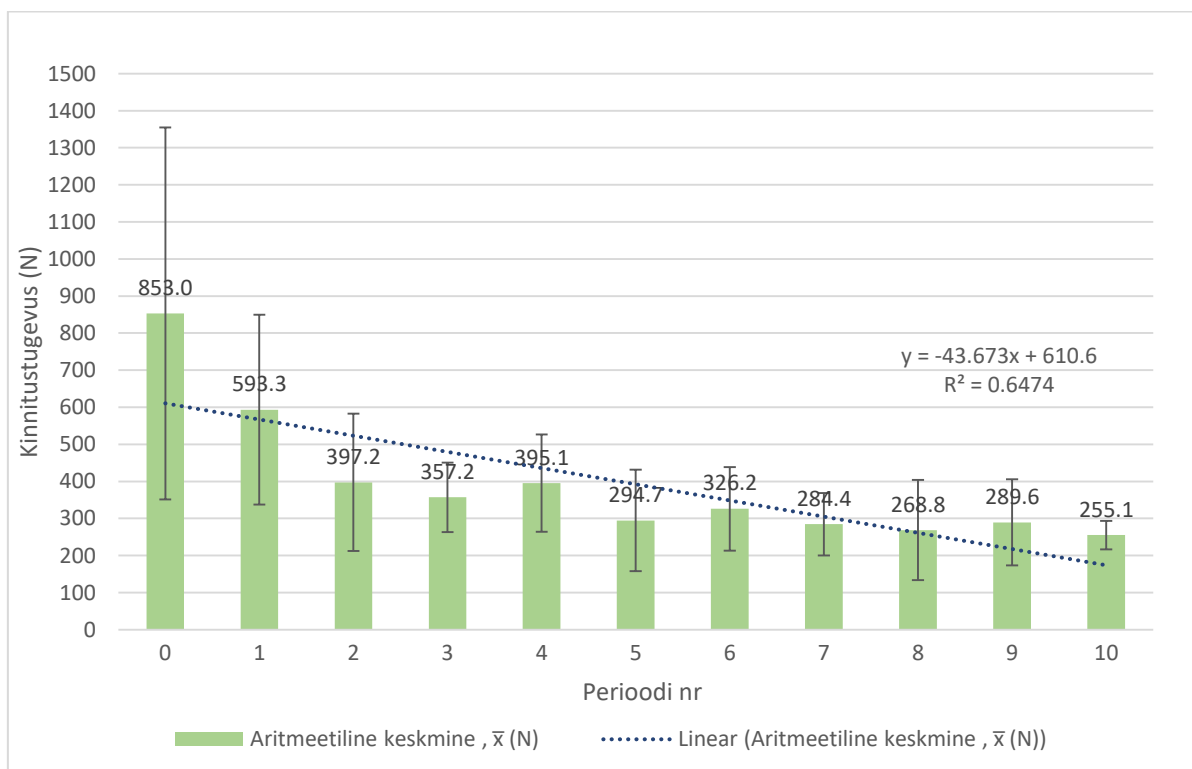
Tabel 6.2 Katseseeriad 0-10, kruvid tõmmatud katsekehade alumiselt pinnalt

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine , \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	898.5	175.2	19.5	556.9	1240.1
1	597.9	151.2	25.3	303.0	892.8
2	430.1	91.3	21.2	252.1	608.1
3	382.6	54.4	14.2	276.6	488.7
4	378.7	63.7	16.8	254.4	502.9
5	316.9	58.4	18.4	203.1	430.7
6	364.8	80.0	21.9	208.8	520.9
7	279.5	44.9	16.1	192.0	367.0
8	296.2	50.1	16.9	198.6	393.9
9	250.6	73.6	29.3	107.2	394.1
10	255.6	42.7	16.7	172.3	339.0

Katsetulemuste paremaks illustreerimiseks koostati tulpdiagrammid (vt joonis 23 ja joonis 24), milles on välja toodud katseseeriade keskmised tulemused ja iga seeria ülemine ja alumine kvantiil.



Joonis 23. Katseseeriad 0-10, tõmmatud katsekehade ülemiselt pinnalt



Joonis 24. Katseseeriad 0-10, kruvid tõmmatud katsekehade alumiselt pinnalt

Joonisel 23 ja joonisel 24 on näha märgumise ja kuivamise tsüklite mõju kruvi kinnitustugevusele OSB/3 plaadis. Mida rohkem tsükleid on katsekeha läbinud seda nõrgemaks muutub kinnitustugevus. Suurem langus kinnitustugevuses on näha esimese kahe tsükli jooksul. Ülemise katseseeria puhul on kinnitustugevus langenud peale esimest tsükli 33,5% ja alumise katseseeria puhul 30,5%. Seeria 2 lõpuks on kinnitustugevus langenud ülemise poole katsekehadel 52,1% ja alumise poole katsekehadel 53,5%. Kuni 6-nda seeria lõpuni on näha ülemise poole katsekehades keskmiselt 6% paremaid tulemusi, peale mida mõlema katsegrupi seeriate kinnitustugevused ühtlustuvad. Katseseeriade lõpuks on kruvi kinnitustugevus katsekehade algsest tugevusest vähenenud ligikaudu 70%

3.1.2 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud lõikeservadega katsekehade pinnalt peale ligunemise ja väljakuivamisperioode

Järgnevatel tabelitel on välja toodud kinnitustugevuse katsetulemused hüdroisolatsioonmastiksiga katsekehade ülemiselt ja alumiselt pinnalt ja saadud tulemusi võrreldakse eelnevate katsegruppide tulemustega. Hüdroisolatsioonmastiksiga katsekehade tulemused on välja toodud tabelites 7.1 ja 7.2.

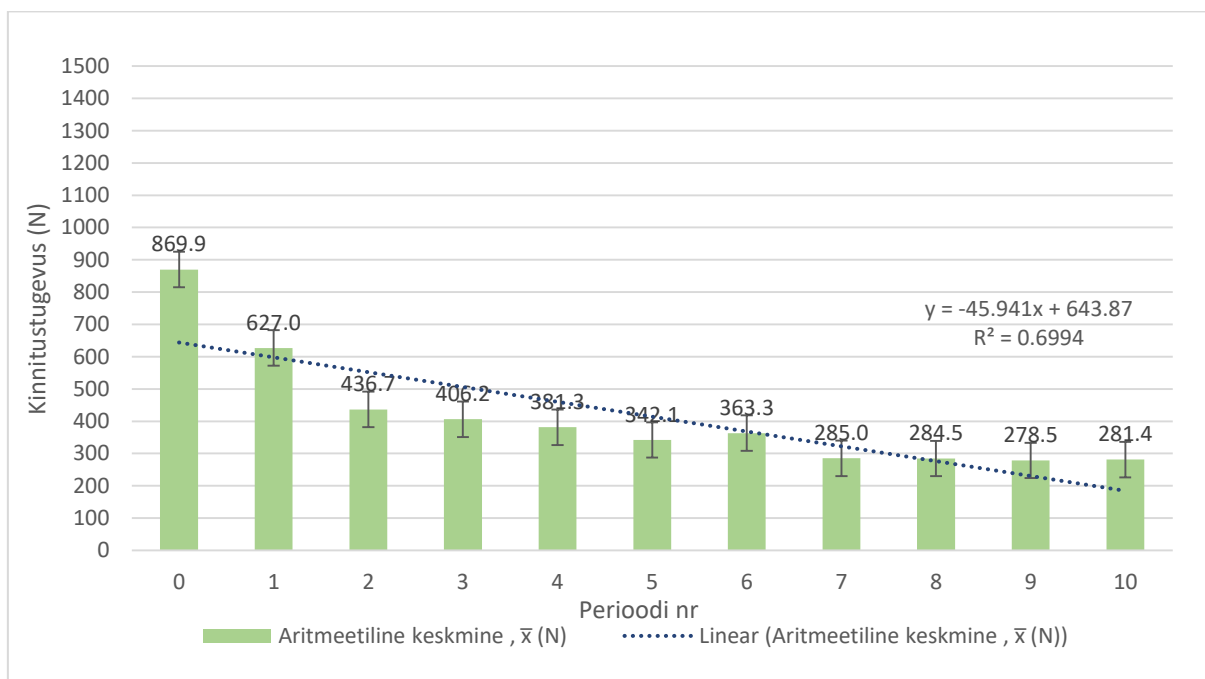
Tabel 7.1 Hüdroisolatsioonmastiksiga katseseeriad 0-10, kruvi tõmmatud katsekehade ülemiselt pinnalt

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $L_{q5\%}$ (N)	Ülemine kvantiil, $U_{q5\%}$ (N)
0	869.9	194.9	22.4	489.9	1249.9
1	627.0	150.4	24.0	333.6	920.3
2	436.7	96.7	22.1	248.1	625.2
3	406.2	49.1	12.1	310.4	502.0
4	381.3	54.1	14.2	275.8	486.9
5	342.1	101.1	29.5	145.0	539.1
6	363.3	58.6	16.1	249.1	477.5
7	285.0	104.4	36.6	81.4	488.7
8	284.5	60.6	21.3	166.4	402.6
9	278.5	54.2	19.5	172.7	384.2
10	281.4	63.9	22.7	156.7	406.0

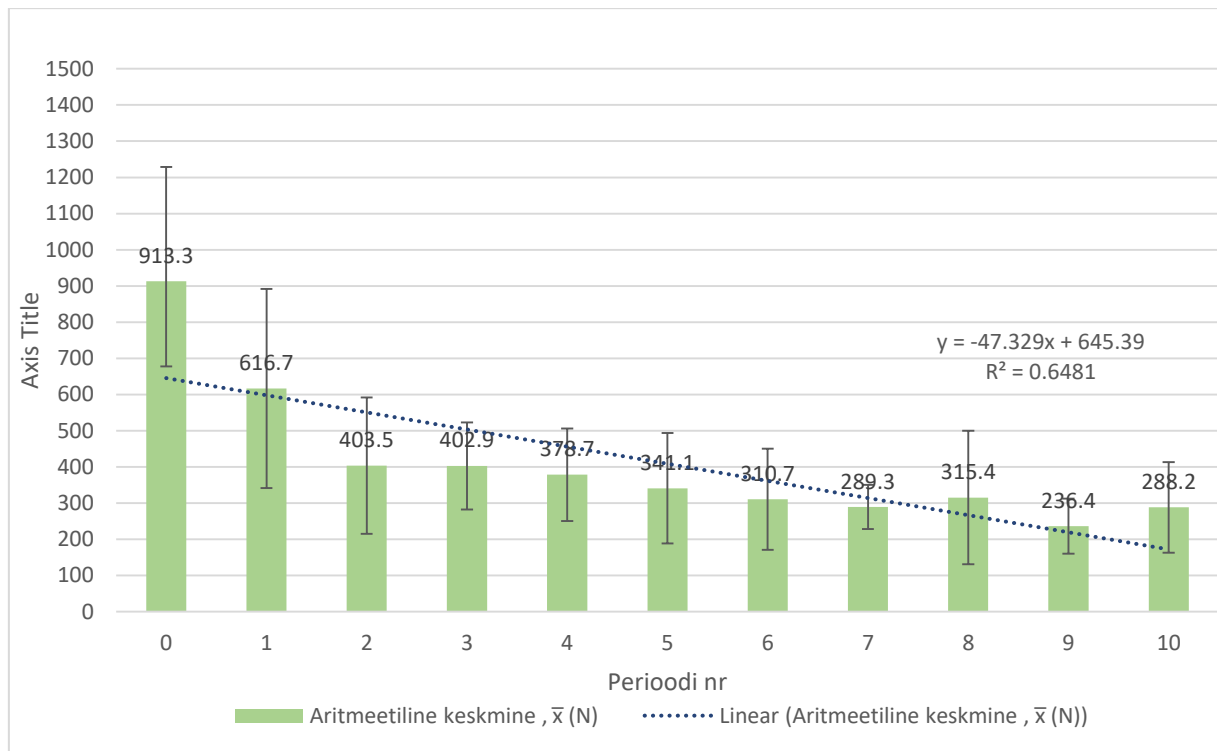
Tabel 7.2 Hüdroisolatsioonmastiksiga katseseeriad 0-10, kruvi tõmmatud katsekehade alumiselt pinnalt

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $L_q5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $U_q5\%$ (N)
0	913.3	161.6	16.3	678.2	1228.4
1	616.7	141.0	22.9	341.7	891.6
2	403.5	96.7	24.0	214.9	592.1
3	402.9	61.7	15.3	282.5	523.3
4	378.7	65.5	17.3	251.0	506.5
5	341.1	78.4	23.0	188.2	493.9
6	310.7	71.5	23.0	171.3	450.2
7	289.3	31.2	10.8	228.5	350.1
8	315.4	94.6	30.0	130.9	499.9
9	236.4	38.9	16.5	160.5	312.4
10	288.2	64.1	22.2	163.2	413.2

Katsetulemuste paremaks illustreerimiseks koostati tulpdiagrammid (vt joonis 25 ja joonis 26), milles on välja toodud katseseeriade keskmised tulemused ja iga seeria ülemine ja alumine kvantiil.



Joonis 25. Hüdroisolatsioonmastiksiga katseseeriad 0-10 , kruvi tõmmatud katsekehade ülemiselt pinnalt.



Joonis 26. Hüdroisolatsioonmastiksiga katseseeriad 0-10 , kruvi tõmmatud katsekehade alumiselt pinnalt.

Joonistel 26 ja 27 on näha sarnast kukkumist kinnitustugevuses nagu oli seda katseseeriates ilma hüdroisolatsioonmastiksita. On näha kattuvust katseseeriatega, mis tehti ilma hüdroisolatsioonmastiksita. Suurem kukkumine kinnitustugevuses toimus esimese 2 perioodi läbimisel. Seeria 1 kinnitustugevus ülemisel pinnal langes peale esimest märgumise perioodi 27,9% ja alumisel pinnal langes kinnitustugevus 32,5%. Seeria 2 lõpuks on kinnitustugevused ülemisel pinnal langenud 49,8% ja alumisel pinnal 55,9%. Kinnitustugevus langes samale tasemele ilma hüdroisolatsioonmastiksita katsetulemustega seeria 2 lõpuks. Jällegi on näha natuke paremaid tulemusi ülemise seeria katsekehade puhul. Kuni 6-nda seeria lõpuni on ülevalt tõmmatud kruvide kinnitustugevus keskmiselt 4,7% parem. Katseseeriade lõpuks on kruvi kinnitustugevused langenud ülemisel pinnal 67,6% ja alumisel pinnal 69,4%. Hüdroisolatsioonmastiksi kasutamine ei näita märgatavat erinevust kruvi kinnitustugevuses katsekehade pinnal.

3.1.3 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused konditsioneerimis kapi läbinud katsekehade pinnalt

Peale märgumisperioodi hoiti katsekehasid konditsioneerimis kapis temperatuuril 21 °C, õhuniiskusega 65%. Iga seeria oli kapis vähemalt 240 tundi. Katsekehade niiskuseks oli $12 \pm 2\%$. Konditsioneerimiskapi katsetulemused katsekehade pinnalt, ilma mastiksita on välja toodud tabelites 8.1 ja 8.2.

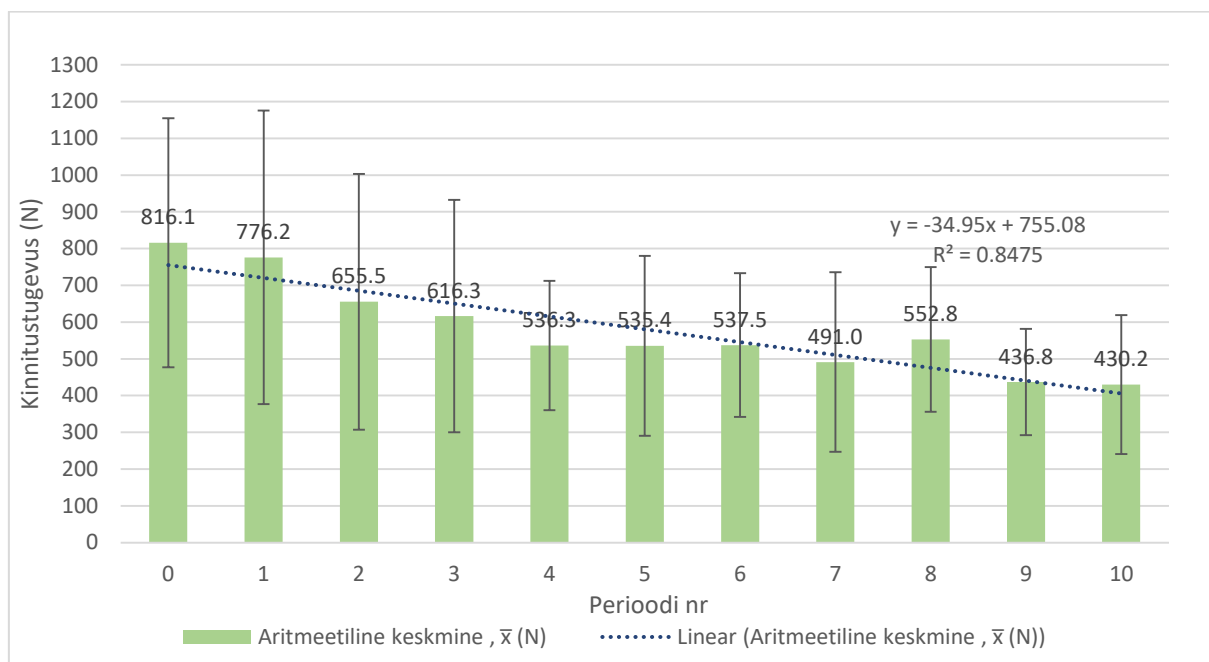
Tabel 8.1 Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega katsekehadel ülevalt tõmmatud kruvidega

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	816.1	173.8	21.3	477.3	1155.0
1	776.2	204.8	26.4	376.8	1175.6
2	655.5	178.4	27.2	307.5	1003.4
3	616.3	162.0	26.3	300.4	932.2
4	536.3	90.1	16.8	360.6	712.1
5	535.4	125.7	23.5	290.4	780.5
6	537.5	100.4	18.7	341.7	733.3
7	491.0	125.3	25.5	246.6	735.3
8	552.8	101.0	18.3	355.8	749.7
9	436.8	74.1	17.0	292.3	581.3
10	430.2	96.9	22.5	241.3	619.1

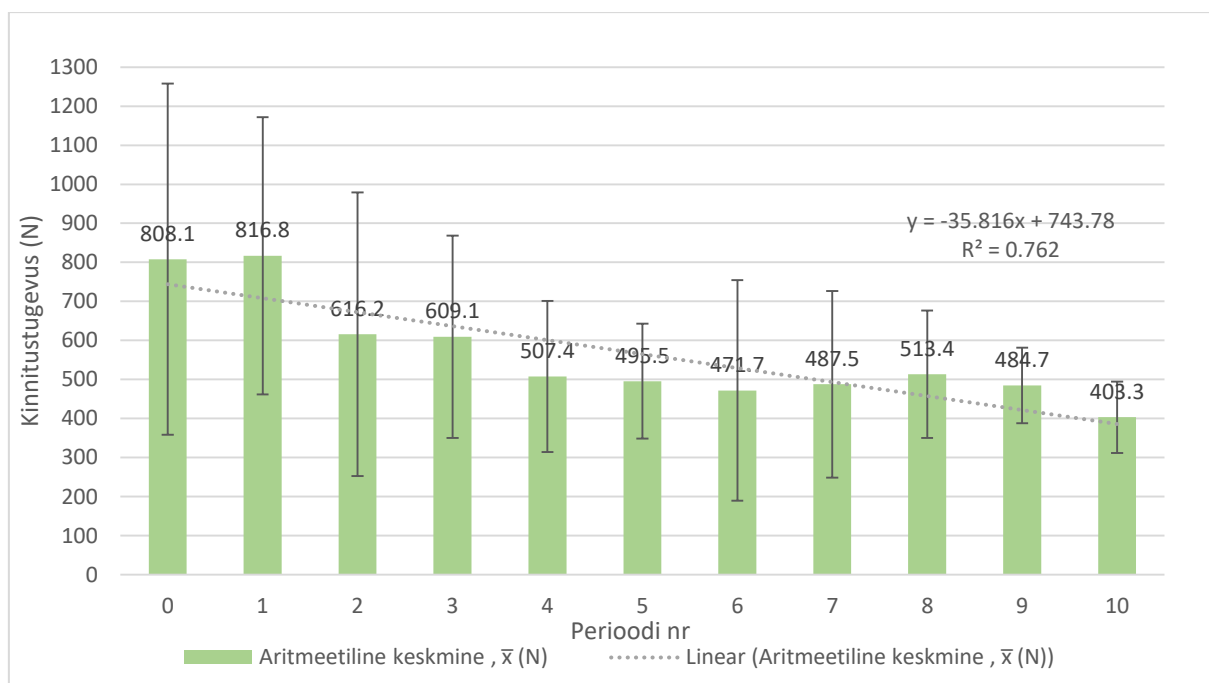
Tabel 8.2 Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega katsekehadel alt tõmmatud kruvidega

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	808.1	230.7	28.5	358.2	1257.9
1	816.8	182.1	22.3	461.7	1171.9
2	616.2	186.3	30.2	252.9	979.4
3	609.1	133.0	21.8	349.9	868.4
4	507.4	99.3	19.6	313.9	701.0
5	495.5	75.5	15.2	348.2	642.8
6	471.7	144.8	30.7	189.3	754.0
7	487.5	122.6	25.1	248.5	726.5
8	513.4	83.6	16.3	350.5	676.4
9	484.7	49.6	10.2	387.9	581.4
10	403.3	46.8	11.6	312.0	494.6

Tabelite paremaks illustreerimiseks on esitatud joonised 27 ja 28.



Joonis 27. Kruvi kinnitustugevused katsekehades niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$, kruvi tõmmatud plaadi ülemiselt pinnalt.



Joonis 28. Kruvi kinnitustugevused katsekehades niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$, kruvi tõmmatud plaadi alumiselt pinnalt.

Konditsioneeritud katsekehade kruvikinnitus tugevused peavad tõmbetestile paremini vastu kui niisked katsekehad. Niisketel katsekehadel (vt joonised 22, 23, 24 ja 25) on näha suurema osa kinnitustugevuse kaost esimese 2 seeria jooksul. Konditsioneeritud katsekehad kaotavad suurema osa tõmbetugevusest peale 4-dat seeriat, säilitades siiski 73,1% oma esialgsest tõmbetugevusest plaadi ülemisest poolest tõmmates ja 70,1% plaadi alumisest poolest tõmmates. Mis on 16,5% parem märgade katsekehade tulemustest peale 2 seeriat. Peale 10-ndat seeriat on ülemise pinna kruvide kinnitustugevus langenud 52 %-le algsest tugevusest ja alumise pinna kruvide kinnitustugevus 49,9 %-le algsest tugevusest. Katseseeriad näitavad natuke paremaid kruvikinnitustugevusi katsekehade ülemise seeriade puhul, ligikaudu 3%, mis ei ole väga marginaalne tulemus.

3.1.4 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused konditsioneerimis kapi läbinud hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadega katsekehade pinnalt

Katseandmed hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud katsekehade seeriade kohta on välja toodud tabelites 9.1 ja 9.2. Katseseeria nr 11 ei ole läbinud ligunemise ja väljakuivamise perioode, vaid on tarbijakuivalt olekult viidud niiskussisalduseni $12 \pm 2\%$.

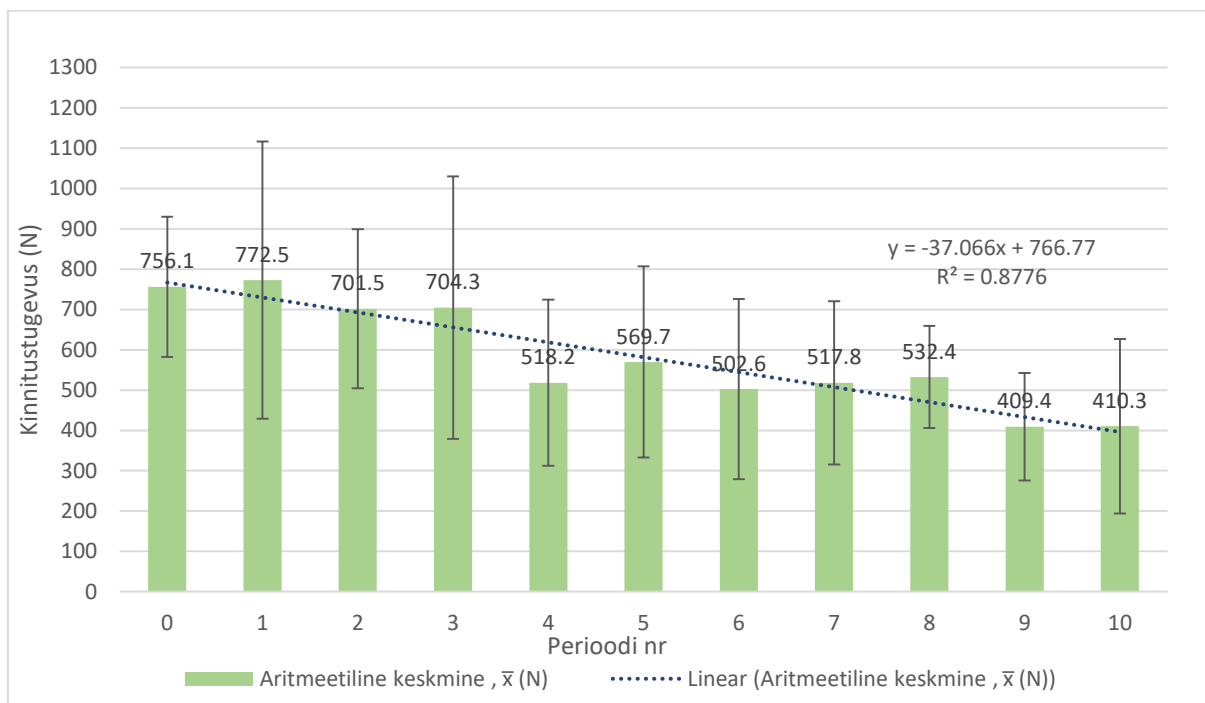
Tabel 9.1 Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega, hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud lõikeservadega katsekehadel, plaadi ülemisest pinnast

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	756.1	89.1	11.8	582.4	929.9
1	772.5	176.2	22.8	428.9	1116.1
2	701.5	101.1	14.4	504.4	898.7
3	704.3	166.9	23.7	378.9	1029.8
4	518.2	105.7	20.4	312.1	724.3
5	569.7	121.5	21.3	332.8	806.6
6	502.6	114.6	22.8	279.1	726.1
7	517.8	103.8	20.0	315.4	720.2
8	532.4	64.8	12.2	406.0	658.8
9	409.4	68.4	16.7	276.1	542.8
10	410.3	110.8	27.0	194.2	626.5

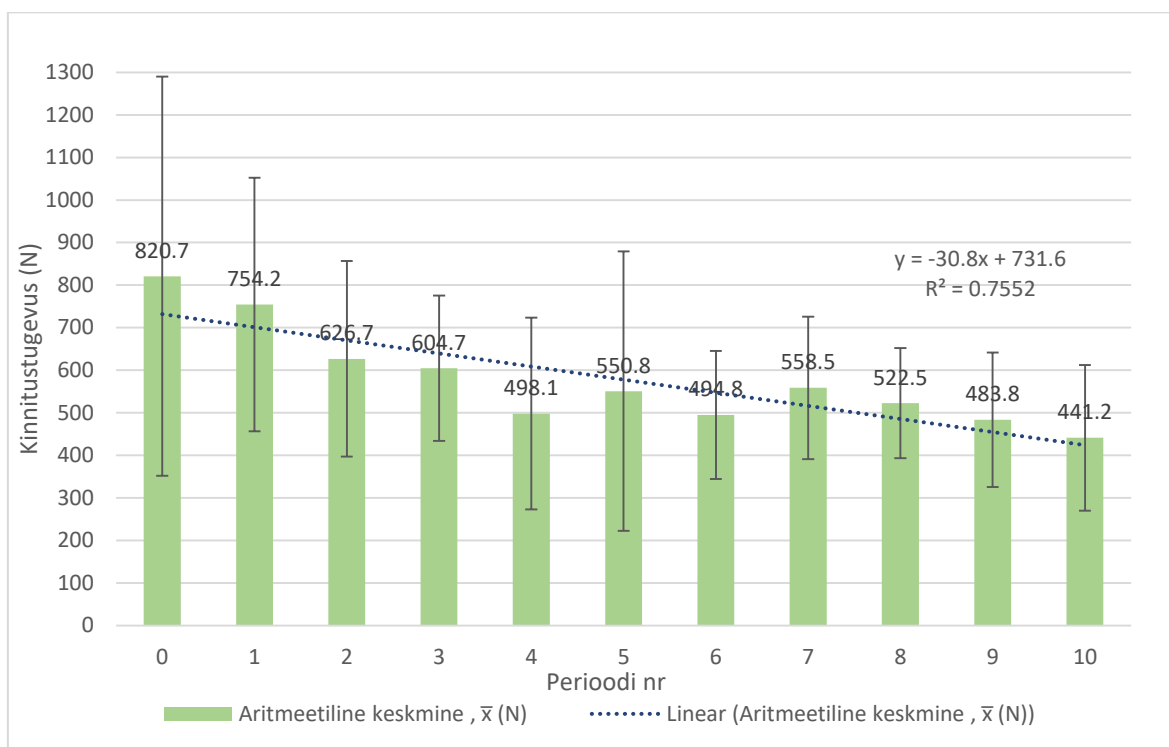
Tabel 9.2 Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega, hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud lõikeservadega katsekehadel, plaadi alumisest pinnast

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $L_{q5\%}$ (N)	Ülemine kvantiil, $U_{q5\%}$ (N)
0	820.7	240.6	29.3	351.7	1289.8
1	754.2	152.7	20.2	456.5	1051.9
2	626.7	117.9	18.8	396.8	856.5
3	604.7	87.5	14.5	434.1	775.2
4	498.1	115.6	23.2	272.6	723.6
5	550.8	168.6	30.6	222.1	879.5
6	494.8	77.1	15.6	344.5	645.0
7	558.5	85.9	15.4	391.0	726.0
8	522.5	66.4	12.7	393.0	651.9
9	483.8	81.1	16.8	325.7	641.9
10	441.2	87.8	19.9	269.9	612.4

Tabelite paremaks illustreerimiseks on esitatud joonised 29 ja 30.



Joonis 29. Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega, hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud lõikeservadega katsekehadel, kruvi tõmmatud plaadi ülemisest pinnast



Joonis 30. Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega, hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud lõikeservadega katsekehadel, kruvi tõmmatud plaadi alumisest pinnast

Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega, hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud katsekehadel sarnaneb eelnevate katsetulemustega. Võrreldes märgade katsekehadega on kruvi kinnitustugevus märgtavalt suurem ja kinnitustugevus stabiliseerub suuremal väärtusel. Suurem kukkumine kinnitustugevuses märgumise ja väljakuivamise tagajärjel toimus mõlemas katseseerias peale seeriat nr 4. Plaadi ülemise pinna poolt tõmmatud kruvide esimesed 4 seeriat on ühtlase kinnitustugevusega, kuid peale 4-ndat seeriat kukkusid tulemused siiski samale tasemele sarnaselt teiste katseseeriade tulemustega. Seerias 4 väheneb ka katseseeriade tulemuste hajuvus ja kasvab tulemuste usaldusväärsus. Seeriade 5-10 võrdlemisel ei ole näha sõltuvust katsekehade eri poolte mõjust kruvi kinnitustugevusele.

Konditsioneeritud katsekehad, niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$, kaotavad umbes 30% oma kruvi kinnitustugevusest esimese 3 märgumise ja väljakuivamise tsükliga, mille järel langeb kruvide kinnitustugevus järk järgult 10-nda seeria lõpuks 46,2% peale. Katsetulemused näitavad, et hüdroisolatsioonmastiksi kasutamine katsekehade servadel ei mõjuta katsetulemusi kruvi kinnitustugevuses. Kruvid mille väljatõmbamine toimus plaadi ülemise

pinna poolt näitasid 3% paremaid tulemusi. See on tingitud arvatavasti plaadi laastude eripärast, kus pikemad ja laiemad laastud asetsevad plaadi ülemisel poolel, kuid erinevus on liiga väike, et saaks midagi väita.

3.2 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade lõikeservast pikki ja risti laastude orientatsiooni

12 mm orienteeritud laastplaat koosneb 3 kihist laastudest. Katsekehade keskmise kihi laastud on vastupidise orientatsiooniga pinnakihi laastudele, seega pikki orienteeritud katsekehadel tõmmatakse kruvisid välja kihist, kus laastud paiknevad risti katsekeha teljega.

3.2.1 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade servast peale ligunemis ja kuivamisperioode

Kruvi kinnitustugevused katsekehade servadest on välja toodud tabelites 10.1 ja 10.2. Katsekehade seeriad läbisid tabelites märgitud leotamise perioodide arvu.

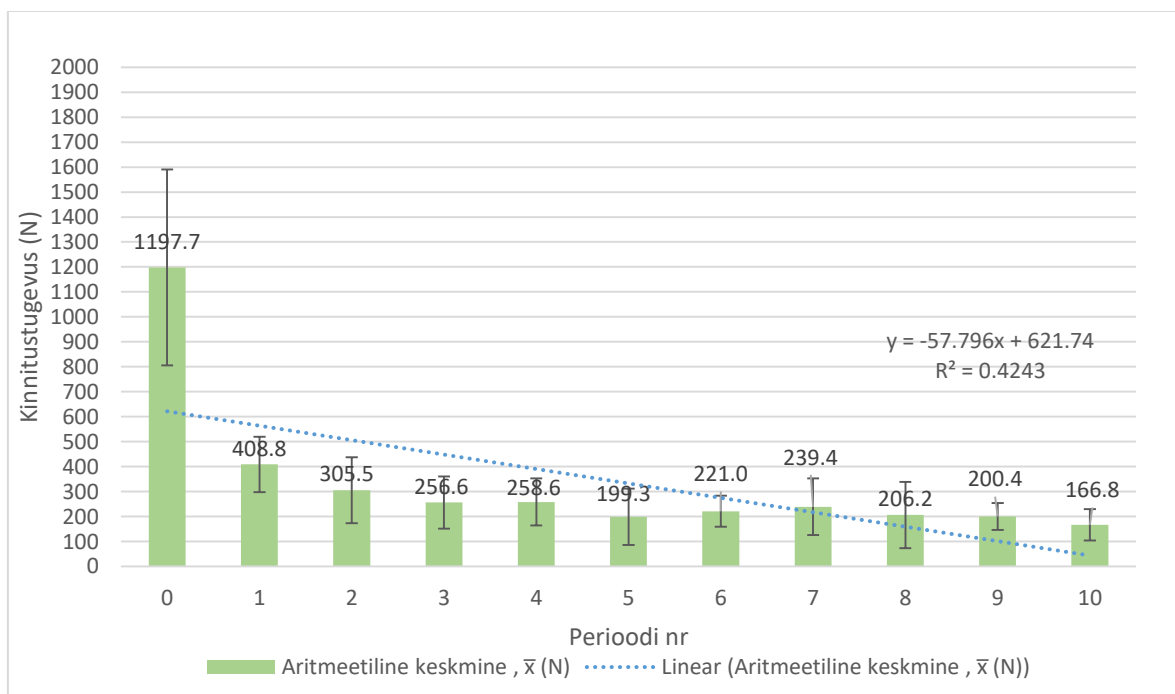
Tabel 10.1 Kinnitustugevused servadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode, pikki laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $L_{q5\%}$ (N)	Ülemine kvantiil, $U_{q5\%}$ (N)
0	1197.7	201.1	16.8	805.5	1589.9
1	408.8	59.6	14.6	297.9	519.6
2	305.5	71.0	23.2	173.5	437.6
3	256.6	56.1	21.9	152.1	361.0
4	258.6	50.6	19.6	164.5	352.7
5	199.3	60.7	30.5	86.4	312.3
6	221.0	33.5	15.1	158.8	283.3
7	239.4	61.1	25.5	125.7	353.1
8	206.2	71.2	34.5	73.8	338.5
9	200.4	29.0	14.5	146.5	254.4
10	166.8	33.8	20.3	104.0	229.7

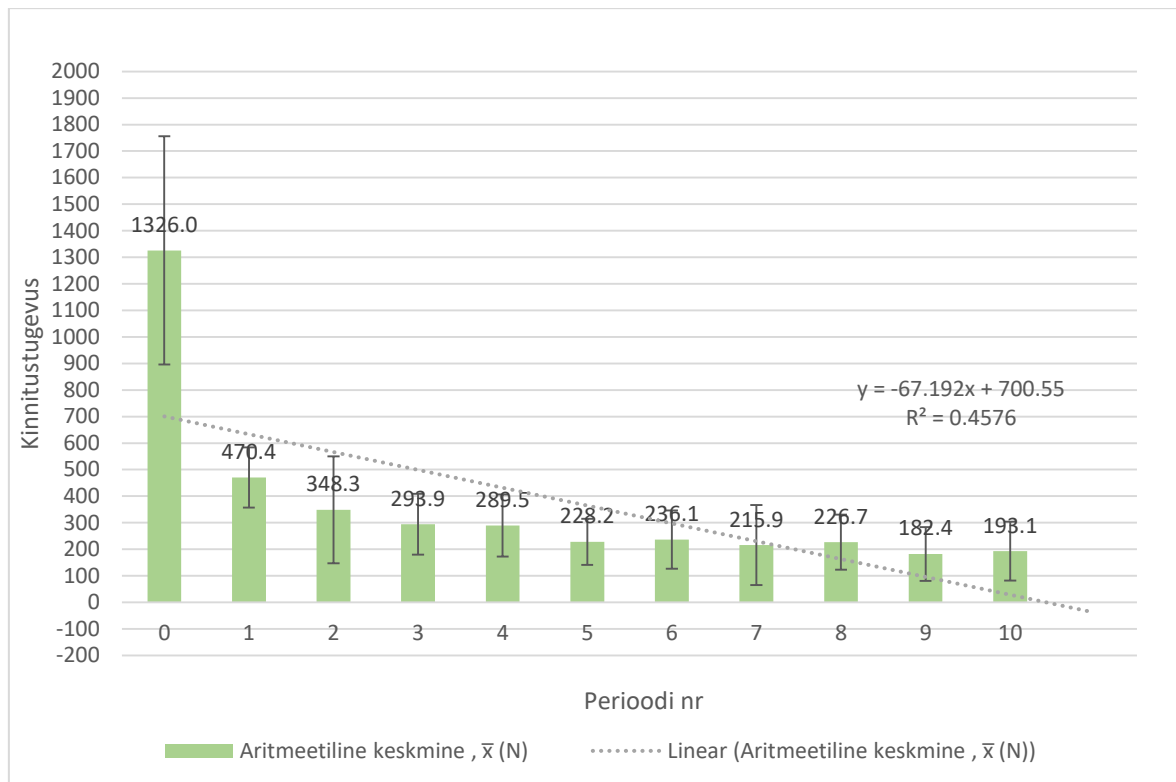
Tabel 10.2 Kinnitustugevused servadest peale ligunemis ja väljakuivamisperioode, risti laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine , \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, Lq5% (N)	Ülemine kvantiil, Uq5% (N)
0	1326.0	220.4	16.6	896.3	1755.7
1	470.4	60.9	12.9	357.2	583.7
2	348.3	108.3	31.1	146.8	549.9
3	293.9	61.7	21.0	179.1	408.7
4	289.5	63.0	21.7	172.4	406.6
5	228.2	46.6	20.4	141.4	315.0
6	236.1	59.1	25.0	126.1	346.0
7	215.9	80.8	37.4	65.5	366.2
8	226.7	55.9	24.7	122.7	330.7
9	182.4	54.4	29.8	81.2	283.5
10	193.1	59.7	30.9	82.1	304.1

Tabelite 10.1 ja 10.2 illustreerivad graafikud on välja toodud joonistel 31 ja 32.



Joonis 31. Kruvi kinnitustugevused katsekehade servast pikki laastude orientatsiooni



Joonis 32. Kruvi kinnitustugevused katsekehade servast risti laastude orientatsiooni

Joonistel 30 ja 31 on näha leotamise ja väljakuivamise perioodide mõju kruvi kinnitustugevusele katsekehade servades. Mida rohkem perioode on läbitud, seda väiksem on kinnitustugevuse suurus, hilisemates seeriates esineb kõikumisi, kuid üldine tendents kinnitustugevuses on langev. Mõlemad katseseeriad kaotasid suurema osa oma tugevusest esimese 2 seeriaga. Katseseeriad pikki laastu tõmbel näitavad peale esimest seeriat 65,9% ja peale teist seeriat 74,5% tugevuse langust võrreldes 0 seeria katsekehadega. Katseseeriad risti laastu tõmbel näitavad peale esimest seeriat 64,5% ja peale teist seeriat 73,7% tugevuse langust võrreldes 0 seeria katsekehadega. Risti laastude kinnitustugevus näitab esimesel 5 seerial keskmiselt 9,4% paremaid tulemusi pikki laastude kinnitustugevusest. Peale 5-ndat seeriat mõlema katseseeria tulemused ühtlustuvad.

3.2.2 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservast pikki ja risti laastude orientatsiooni

Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade servast, peale ligunemise ja väljakuivamise perioode, pikki ja risti laastude orientatsiooni koos hüdroisolatsioonmastiksiga lõikeservadel on välja toodud tabelites 11.1 ja 11.2.

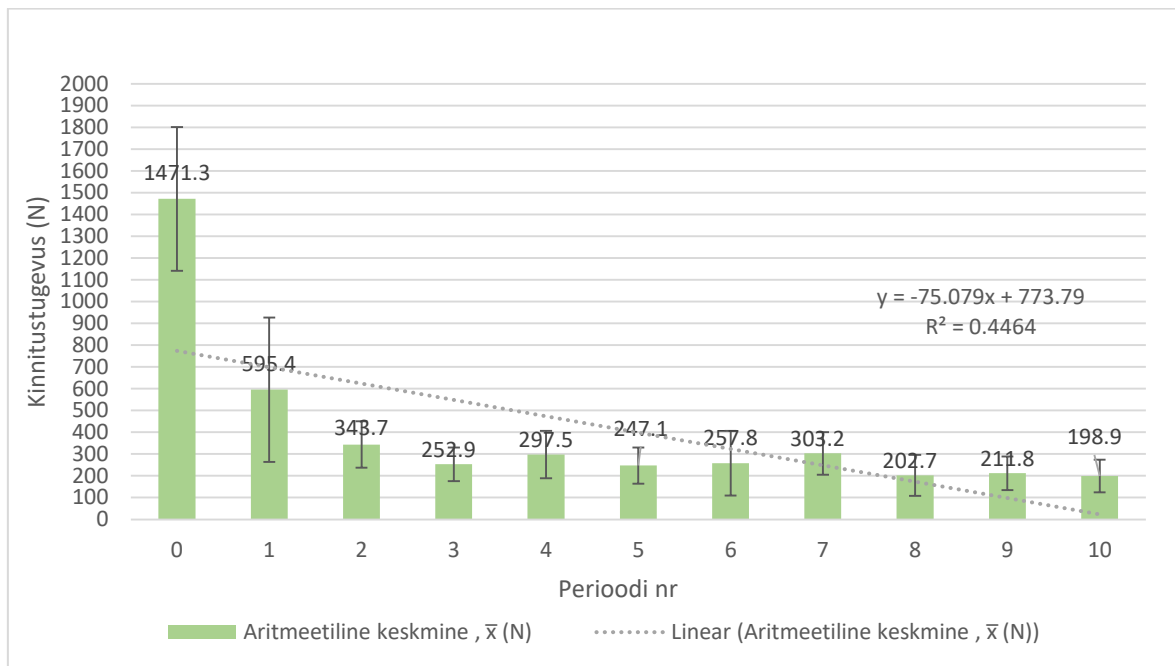
Tabel 11.1 Kinnitustugevused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode, pikki laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	1471.3	169.1	11.5	1141.5	1801.2
1	595.4	178.2	29.9	264.0	926.8
2	343.7	57.2	16.7	237.2	450.2
3	252.9	41.6	16.4	175.5	330.3
4	297.5	58.7	19.7	188.3	406.7
5	247.1	44.5	18.0	164.4	329.8
6	257.8	79.8	30.9	109.5	406.2
7	303.2	52.5	17.3	205.6	400.8
8	202.7	50.5	24.9	108.7	296.7
9	211.8	41.2	19.5	135.1	288.5
10	198.9	40.3	20.3	123.9	273.9

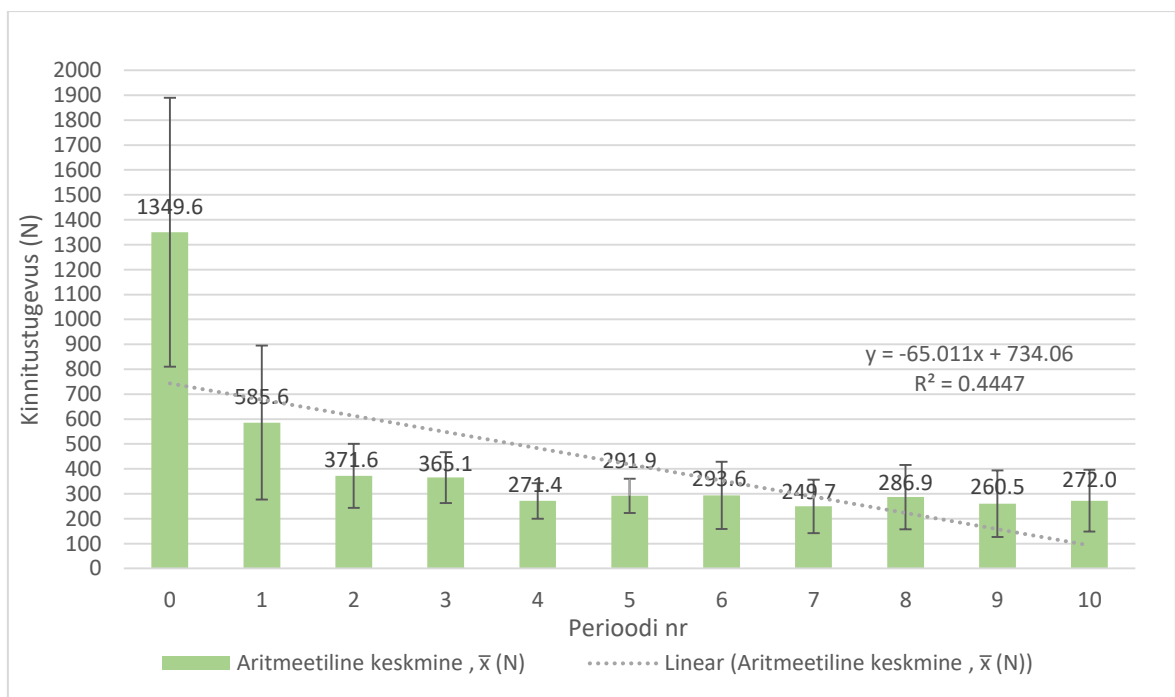
Tabel 11.2 Kinnitustugevused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode, risti laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	1349.6	276.9	20.5	809.7	1889.5
1	585.6	166.2	28.4	276.4	894.8
2	371.6	69.1	18.6	243.2	500.1
3	365.1	54.8	15.0	263.1	467.1
4	271.4	38.2	14.1	200.3	342.5
5	291.9	37.1	12.7	222.8	361.0
6	293.6	72.5	24.7	158.8	428.4
7	249.7	57.8	23.2	142.1	357.2
8	286.9	69.3	24.2	158.0	415.7
9	260.5	71.9	27.6	126.9	394.2
10	272.0	66.6	24.5	148.0	395.9

Tabelite 11.1 ja 11.2 illustreerivad graafikud on välja toodud joonistel 33 ja 34.



Joonis 33. Kruvi kinnitustugevused katsekehade hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservast pikki laastude orientatsiooni



Joonis 34. Kruvi kinnitustugevused katsekehade hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservast risti laastude orientatsiooni

Joonistel 33 ja 34 on näha, et ligunemis- ja kuivamisperioodide mõju katsekehade kruvikinnitustugevusele. Jällegi, perioodide arvu kasvamisel langeb kinnitustugevus katsekehades. Katseseeriad pikki laastu tõmbel näitavad peale esimest seeriat 59,5% ja peale teist seeriat 76,6% tugevuse langust võrreldes 0 seeria katsekehadega. Katseseeriad risti laastu tõmbel näitavad peale esimest seeriat 56,6% ja peale teist seeriat 72,3% tugevuse langust võrreldes 0 seeria katsekehadega. Hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadega katsekehade kruvi tõmbetugevuse keskväärtus on peale esimest seeriat pikki laastu 31% suurem ja risti laastu 19,7% suurem, kui katsekehad mille servasid ei töödeldud mastiksiga ja peale teist seeriat vastavalt 11% ja 6,2% suuremad. Järgnevatel seeriatel tulemused ühtlustuvad ilma hüdroisolatsioonmastiksiga katseseeriatega (vt joonised 31 ja 32), seda arvatavasti katsekehade suure veeimavuse pärast, mille tõttu katsekehad paisusid ja tekkisid praod hüdroisolatsioonmastiksisse. Kruvi kinnitustugevused katsekehade servast risti laastude orientatsiooni näitab 8,6% paremaid tulemusi, kui kruvi kinnitustugevused katsekehade servast pikki laastude orientatsiooni.

3.2.3 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade servast pikki ja risti laastude orientatsiooni niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$

Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused tõmmatud katsekehade servast, peale konditsioneerimiskapis seismist, pikki ja risti laastude orientatsioonis, niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$ on välja toodud tabelites 12.1 ja 12.2.

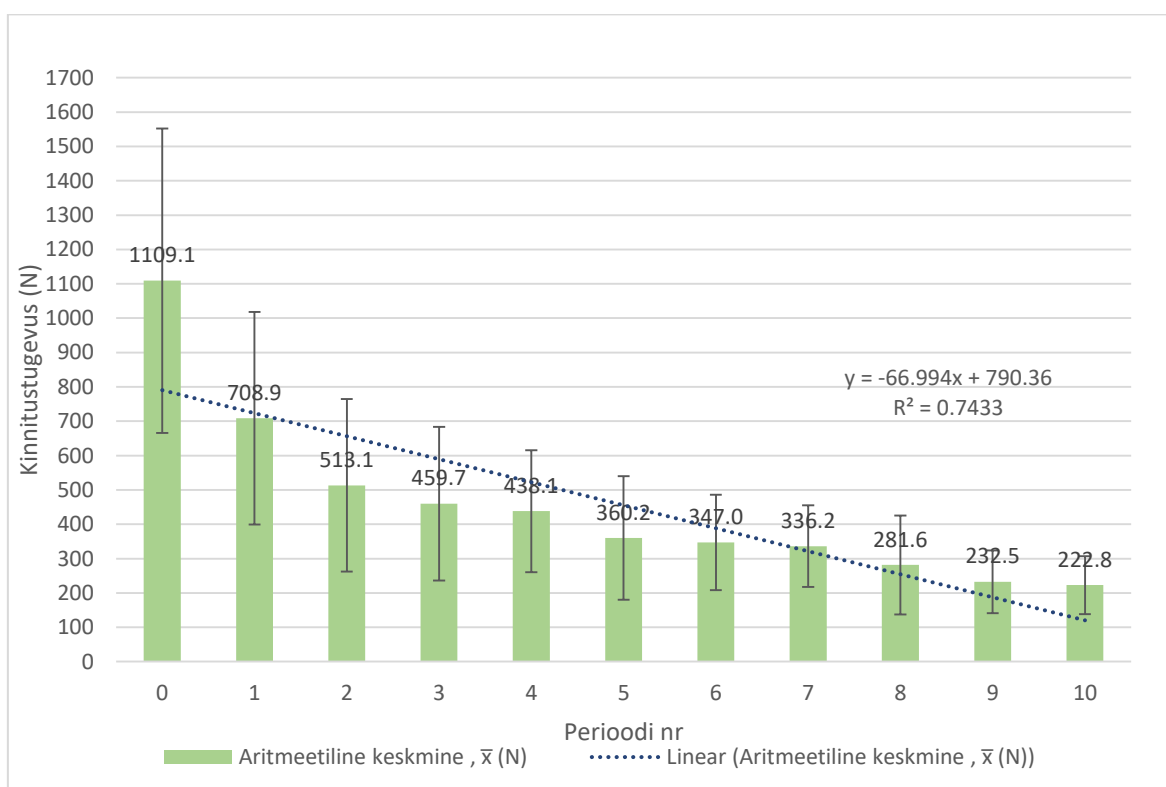
Tabel 12.1 Kinnitustugevused servadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$, pikki laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline	Standard-	Variatsiooni-	Alumine	Ülemine
0	1109.1	227.1	20.5	666.3	1552.0
1	708.9	166.2	23.4	399.7	1018.0
2	513.1	135.1	26.3	261.8	764.4
3	459.7	120.3	26.2	236.0	683.5
4	438.1	95.5	21.8	260.5	615.6
5	360.2	96.7	26.8	180.4	540.0
6	347.0	74.8	21.6	207.8	486.2
7	336.2	63.8	19.0	217.6	454.9
8	281.6	77.4	27.5	137.6	425.7
9	232.5	49.1	21.1	141.3	323.8
10	222.8	45.4	20.4	138.3	307.3

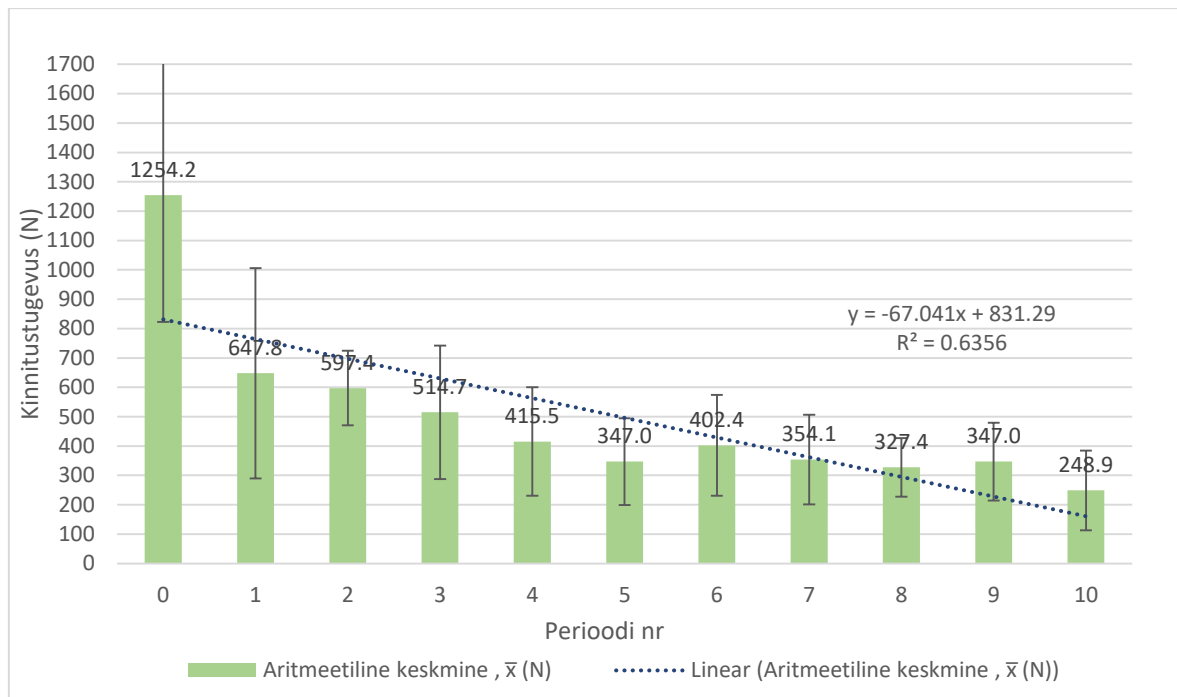
Tabel 12.2 Kinnitustugevused servadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$, risti laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $Lq5\%$ (N)	Ülemine kvantiil, $Uq5\%$ (N)
0	1254.2	236.7	18.9	792.7	1695.7
1	647.8	192.4	29.7	289.9	1005.8
2	597.4	68.2	11.4	470.6	724.2
3	514.7	122.1	23.7	287.7	741.8
4	415.5	99.3	23.9	230.7	600.2
5	347.0	79.3	22.9	199.4	494.5
6	402.4	92.1	22.9	231.1	573.7
7	354.1	82.0	23.2	201.5	506.6
8	327.4	53.8	16.4	227.4	427.4
9	347.0	71.2	20.5	214.6	479.4
10	248.9	72.8	29.3	113.4	384.4

Tabelite 12.1 ja 12.2 illustreerivad graafikud on välja toodud joonistel 35 ja 36.



Joonis 35. Kruvi kinnitustugevused katsekehade servast pikki laastude orientatsiooni niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$



Joonis 36. Kruvi kinnitustugevused katsekehade servast pikki laastude orientatsiooni niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$

Joonistel 35 ja 36 on näha katseseeriaid mis on läbinud ligunemise ja kuivamisperioodid seejärel viidud konditsioneerimiskapis niiskussisalduseni $12 \pm 2\%$. Võrreldes katsekehadega joonistel 33 ja 34 on näha, et väiksemal niiskustasemel on kruvide kinnitustugevuse vähenemine rohkem lineaarne. Peamine kinnitustugevuse vähenemine toimub peale esimest katseseeriat, kus pikki orientatsiooni katsekehade keskmine väärtus langes 36,3% algsest tugevusest ja risti orientatsiooni katsekehade keskmine väärtus langes 48,4%. Siiski on risti orientatsiooni katsekehade seeriade keskmine tugevusväärtus 6,9% kõrgem pikki orientatsiooni katsekehade seeriade keskmine väärtusest.

3.2.4 Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadega katsekehade servast pikki ja risti laastude orientatsiooni, niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$

Kruvi kinnitustugevuse katsetulemused, tõmmatud katsekehade servast, peale konditsioneerimiskapis seismist, pikki ja risti laastude orientatsioonis, niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$ on välja toodud tabelites 13.1 ja 13.2.

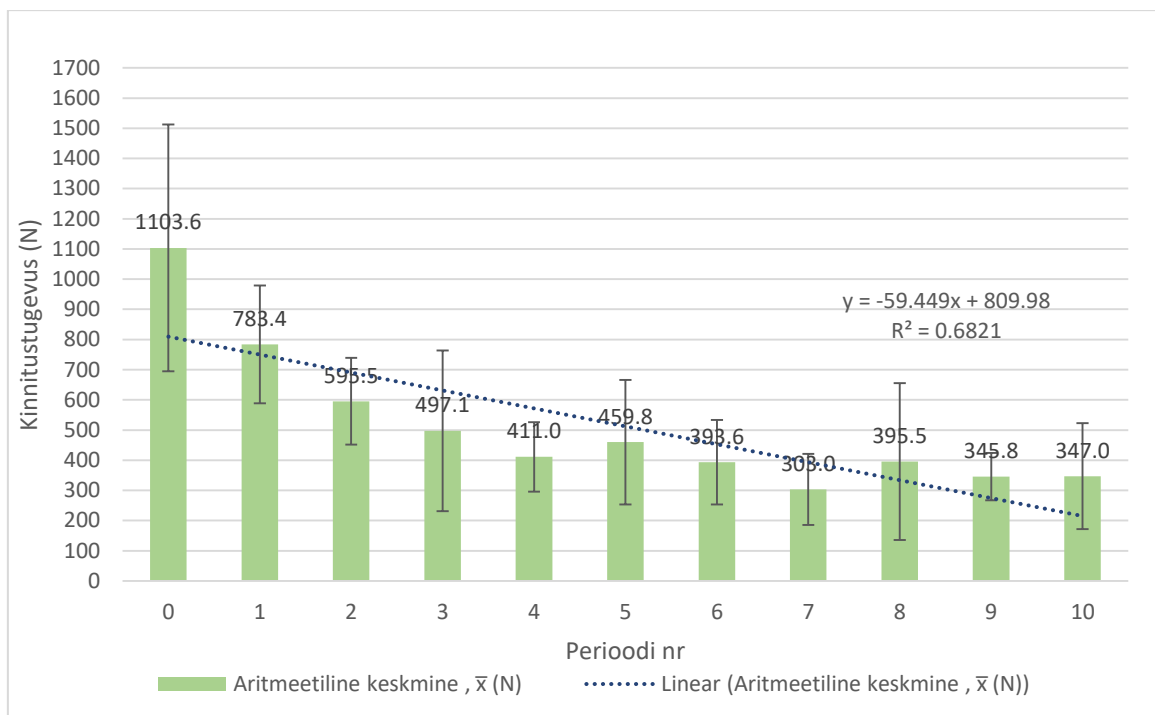
Tabel 13.1 Kruvi kinnitustugevused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode, niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$ pikki laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $L_{q5\%}$ (N)	Ülemine kvantiil, $U_{q5\%}$ (N)
0	1103.6	209.8	19.0	694.4	1512.7
1	783.4	105.0	13.4	588.2	978.7
2	595.5	77.1	13.0	452.0	738.9
3	497.1	143.2	28.8	230.8	763.4
4	411.0	62.0	15.1	295.6	526.4
5	459.8	110.7	24.1	253.8	665.7
6	393.6	75.3	19.1	253.5	533.6
7	303.0	63.3	20.9	185.3	420.8
8	395.5	140.0	35.4	135.2	655.8
9	345.8	42.1	12.2	267.4	424.1
10	347.0	94.5	27.2	171.2	522.7

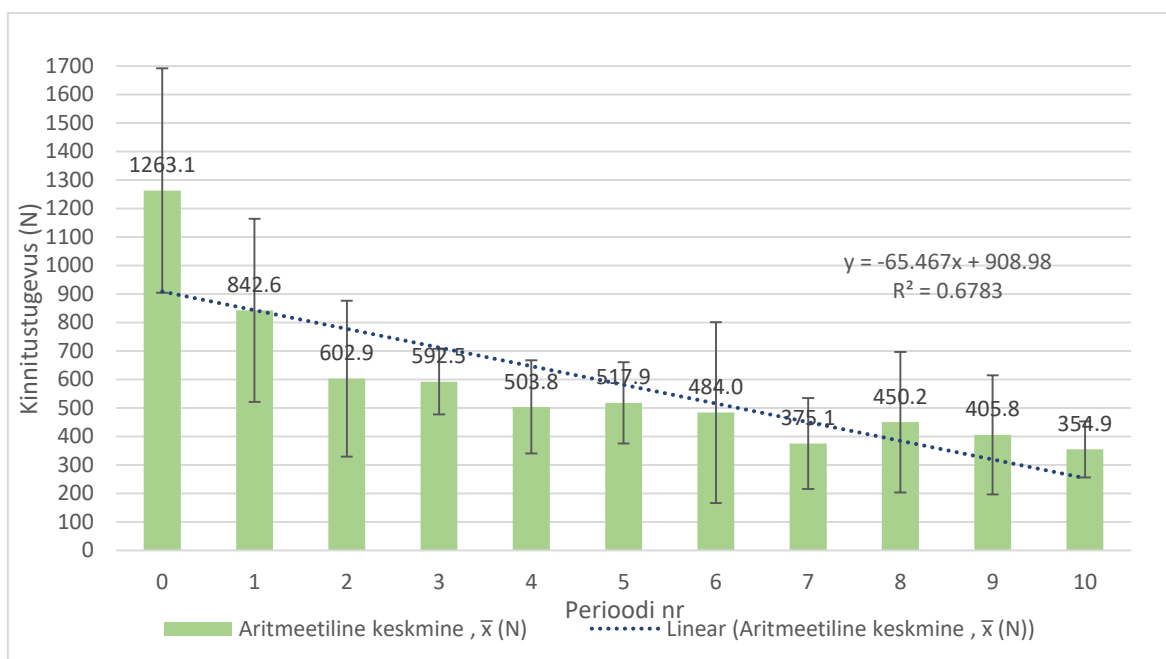
Tabel 13.2 Kruvi kinnitustugevused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode, niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$ risti laastude orientatsiooni

Seeria nr	Aritmeetiline keskmine, \bar{x} (N)	Standardhälve, $S_{w,j}$	Variatsiooni-kordaja, V	Alumine kvantiil, $L_{q5\%}$ (N)	Ülemine kvantiil, $U_{q5\%}$ (N)
0	1263.1	195.3	18.6	834.4	1621.9
1	842.6	172.6	20.5	521.5	1163.7
2	602.9	147.0	24.4	329.5	876.4
3	592.5	61.7	10.4	477.8	707.3
4	503.8	88.1	17.5	340.0	667.7
5	517.9	76.8	14.8	375.0	660.7
6	484.0	170.5	35.2	166.9	801.1
7	375.1	85.8	22.9	215.5	534.7
8	450.2	132.5	29.4	203.7	696.8
9	405.8	112.3	27.7	196.9	614.7
10	354.9	52.7	14.9	256.8	453.0

Tabelite 13.1 ja 13.2 illustreerivad graafikud on välja toodud joonistel 37 ja 38



Joonis 37. Kruvi kinnitustugevused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode, pikki laastude orientatsiooni niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$



Joonis 38. Kruvi kinnitustugevused hüdroisolatsioonmastiksiga kaetud lõikeservadest peale ligunemis- ja kuivamisperioode, risti laastude orientatsiooni niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$

Katsetulemused $12 \pm 2\%$ niiskussisaldusega, hüdroisolatsioonmastiksiga töödeldud lõikeservadega katsekehadel sarnaneb eelnevate servast tõmmatud kruvide katsetulemustega. Võrreldes katsekehadega, mille servi ei töödeldud mastiksiga (vt peatükis 3.7) on näha, et peale esimest leotamise ja väljakuivamise perioodi on mastiksiga töödeldud katsekehade keskväärtus tulemused pikki suunas katsekehadel 9,6% kõrgem ja risti suunas katsekehadel 23,1% kõrgem tulemus. Peale teist perioodi vastavalt 13,8% ja 4,3% kõrgemad. Suurem kukkumine kruvi kinnitustugevuses toimus esimese kahe perioodiga. Peale esimest perioodi kukkus pikki orienteeritud katsekehade tulemus 29% ja peale teist perioodi 46,1% võrreldes seeria 0 keskväärtusega. Peale esimest perioodi kukkus risti orienteeritud katsekehade tulemus 33,3% ja peale teist perioodi 52,3% võrreldes seeria 0 keskväärtusega. Võrreldes seeriatega keskväärtusi on näha, et risti orientatsioonis olevate katsekehade tulemused on 11,2% kõrgemad võrreldes pikki orientatsioonis olevate katsekehadega.

3.3 Katsetulemuste võrdlus Renee Tamme magistritööga ja Siim Kallau magistritööga

Käesolevas uurimistöös võrreldi tulemusi Renee Tamm tööga: „OSB/3 plaadi füüsikaliste ja mehaaniliste karakteristikute muutumine korduvate ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu“ [14]. Oma töös kasutas ta samuti katsekehadel hüdroisolatsioonmastiksist ja mõõtis tulemusi ka otse peale leotamise perioodi. Veel võrreldi tulemusi Siim Kallau tööga: „OSB-plaadi ligunemise ja väljakuivamise tsüklite arvu mõju mehaanilistele ja füüsikalistele omadustele“ [15]. Kallau töös ei kasutatud katsekehadel katemastiksist ja katsekehasid mõõdeti vaid peale ligunemis- ja kuivamisperioodi. Mõlemas uurimistöös toodi välja katsekehade paindeelastsusmoodul ja paindetugevus risti ja pikki laastude orientatsiooni. Katsetulemuste tabelid Renee Tamm ja Siim Kallau töödest on toodud välja koos käesoleva uurimistöö tulemustega tabelites 14, 15 ja 16.

Tabel 14. Kuivade katsekehade, lõikeservad kaetud mastiksiga, paindetugevus, elastsusmoodul (võetud Renee Tamm-e uurimistööst [14]) ja kruvi kinnitustugevus sõltuvalt ligunemis- ja kuivamisperioodide arvust

Perioodide arv	Paindetugevus, pikki, fm, N/mm ²	Elastsusmoodul, pikki, Em, N/mm ²	Paindetugevus, risti, fm, N/mm ²	Elastsusmoodul, risti, Em, N/mm ²	Kruvi kinnitustugevus pealispinnal, N
0	23.57	4158.7	15.37	2355.6	756.1
1	14.94	3256	10.88	1767.3	772.5
2	16.76	3413.9	9.55	1741.2	701.5
3	16.55	3455.5	10.84	1889.5	704.3
4	11.11	2679.1	10.28	1734.3	518.2
5	11.71	2667.3	8.01	1487	569.7
6	10.92	2344.5	8.96	1660.2	502.6
7	11.42	2600.6	6.96	1361.2	517.8
8	8.98	2201.8	8.54	1437	532.4
9	9.24	2265.2	7.47	1395.5	409.4
10	9.18	2052.8	6.76	1336.3	410.3

Võrreldes paindetugevusi ja elastsusmoodulite tulemusi katsekehade pikki ja risti suunas koos kruvi kinnitustugevuse tulemustega on näha, et elastsusmoodulid vähenevad peale esimest perioodi 22-25% ja paindetugevused veel rohkem 41-53%. Kruvi kinnitustugevused näitavad üldjoontes ühtlast vähenemist ligikaudu 8 % perioodis. Suuremat kukkumist on näha 4-nda perioodi lõpus, kus kruvi kinnitustugevus väheneb 35% eelnevast perioodist. Oodati katsetulemuste sarnast kukkumist, kuid kruvi kinnitustugevus ei lange paindetugevuse ja elastsusmooduliga sarnaselt. 10-nda perioodi lõpuks on kruvi kinnitustugevus langenud 0 seeriast 54% madalamaks. Sarnaseid tulemusi näitavad ka elastsusmoodulid, mis pikki suunas kukkus 51% , risti suunas 43% ja paindetugevused mis pikki suunas kukkus 61% ja risti suunas 56%. On näha, et kruvi kinnitustugevused ühtlustuvad teiste katsetulemustega.

Tabel 15. Märjade katsekehade, lõikeservad kaetud mastiksiga, paindetugevus, elastsusmoodul (võetud Renee Tamm-e uurimistööst [14]) ja kruvi kinnitustugevus sõltuvalt ligunemis- kuivamisperioodide arvust

Perioodide arv	Paindetugevus, pikki, fm, N/mm ²	Elastsusmoodul, pikki, Em, N/mm ²	Paindetugevus, risti, fm, N/mm ²	Elastsusmoodul, risti, Em, N/mm ²	Kruvi kinnitustugevus pealispinnal, N
0	23.46	4082.2	14.21	2248.3	869.9
1	10.13	2512.9	9.99	1614.9	627.0
2	7.47	2154.8	5.83	1262.2	436.7
3	9.7	2459.8	4.7	1118.4	406.2
4	6.62	1942.4	4.84	1109.7	381.3
5	7.04	2089.3	5.12	1257.7	342.1
6	5.48	1876.2	4.51	1012.6	363.3
7	6.46	2067.5	3.35	903.5	285.0
8	6.86	1769.2	4.74	1023.3	284.5
9	5.26	1537.3	4.68	1009.2	278.5
10	6.08	1658.9	4.68	979.1	281.4

Märjade katsekehade puhul on mõlemas töös näha kõikide tulemuste märgatavat kukkumist peale esimest perioodi. Tulemuste ühtlustumine toimub juba peale 4-ndat perioodi. On näha, et võrreldes kuivade katsekehadega on juba peale 4-ndat perioodi määrjad katsekehad saavutanud samad tulemused mis on kuivadel katsekehadel 10-ndal perioodil. Kruvi kinnitustugevused korrespondeeruvad võrreldava töö tulemustega.

Tabel 16. Kuivade katsekehade, lõikeservad töötlemata, paindetugevus, elastsusmoodul (võetud Siim Kallau uurimistööst [15]) ja kruvi kinnitustugevus sõltuvalt ligunemis-kuivamisperioodide arvust

Perioodide	Paindetugevus,	Elastsusmoodul,	Paindetugevus,	Elastsusmoodul,	Kruvi
0	26.16	5380.6	12.47	2412.1	816.14
1	19.81	4411.5	10.32	1966.9	776.17
2	20.13	4608.1	8.99	1772.0	655.45
3	18.7	4421.9	9.5	1797.4	616.29
4	18.64	4365.7	8.81	1777.4	536.34
5	17.17	3917.5	7.38	1659.3	535.44
6	15.92	3922.9	7.31	1489.5	537.50
7	15.1	3649.6	6.86	1375.5	490.99
8	13.5	3354.5	7.18	1456.8	552.77
9	13.12	3361.8	6.28	1321.0	436.83
10	12.04	3014.6	5.75	1229.9	430.21

Siim Kallau katsetulemusi võrreldes antud uurimistöo kruvi kinnitustugevustega on näha paremat korrespondeeruvust. Kõikidel tulemustel on ühtlane vähenemine iga perioodi läbimisel. 10-nda perioodi lõpuks on tulemused vähenenud umbes 50% üle kogu tabeli.

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimustöö käigus uuriti, kuidas mõjutab leotamise ja väljakuivamise tsüklite arv kruvi kinnitustugevust OSB/3 plaadis. Uuriti kruvi kinnitustugevusi plaadi erinevates pealispindades ja lõikeservades, risti ja pikki laastude orientatsiooni koos ja ilma hüdroisolatsioonmastiksita katsekehade servadel.

Katsetulemused plaadi pealispinnal näitavad, et hüdroisolatsioonmastiksi kasutamine katsekehadel ei mõjuta kruvi kinnitustugevust katsekehade pinnal. Mida oli ka oodata, sest eesmärk mastiksi kasutamiseks oli simuleerida täis mõõdus OSB/3 plaadi märgumist. Hüdroisolatsioonmastiksi kasutamine lõikeservade katmisel muutis kruvi kinnitustugevuse katseseeriade alguses suuremaks. Esimese perioodi läbimisel 9,6 - 31% ja teise perioodi läbimisel 4,3 - 13,8%. Peale seda katsetulemused ühtlustusid katsekehade, mille lõikeservi ei töödeldud. Tulemuste ühtlustumine toimus peale katsekehade pundumist, mis tekitas hüdroisolatsioonmastiksi sisse praod.

Kruvi kinnitustugevused laastude risti orientatsioonil näitasid 6,9 - 11,2% kõrgemaid tulemusi võrreldes kinnitustugevusi laastude pikki orientatsioonil. Risti orientatsiooniga katsekehadesse olid kruvid paigutatud OSB/3 plaadi keskmisesse kihti, kus laastude orientatsioon oli pikki tootmisteljega. Kruvide välja tõmbamine toimus seega risti puidu kiude. Kruvide tõmbamine katsekehade pinna kihtidest ei näidanud plaadi ülemises ja alumises pooles marginaalset erinevust.

Katsetulemused näitavad, et ligunemis- ja kuivamisperioodide tulemusel kruvi kinnitustugevus OSB/3 plaadis langeb plaadi pinnalt tõmmates märgade perioodide korral peale esimest seeriat ligikaudu 31,6% ja teise seeria lõpuks 52,8%. Kümnenda seeria lõpuks on katsekehad kaotanud ligi 70% oma algsest kruvi kinnitustugevusest. Katsekehad niiskussisaldusega $12 \pm 2\%$ kaotavad 31% oma algsest kinnitustugevusest alles neljanda seeriaga ja kümnenda seeria lõpuks on kinnitustugevus langenud 51% peale.

Võrreldes tulemusi Renee Tamm ja Siim Kallau uurimistöödega on näha, et kruvi kinnitustugevuse muutus on seotud katsekehade elastsusmooduli ja paindetugevusega.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Õiger, K., Just, A., Just, E. J.** (2015). Puit- ja Puidupõhised Konstruktsioonid. 57-58 lk.
2. **John, C. F. Walker.** (2006). Primary Wood Processing. Principles and Practice. 2nd edition. 427-431 lk.
3. **Kruus, S.** (2016). Niiskuskindla kasevineeri füüsikaliste ja mehaaniliste omaduste varieerumine ligunemise ja väljakuivamise tsüklite järel. Eesti Maaülikool metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
4. **Sooru, M.** (2015). Vineeri füüsikaliste ja mehaaniliste omaduste varieerumine ligunemise ja väljakuivamise tsüklite järel. Eesti Maaülikool metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
5. **EVS-EN 320:2011.** Puitlaastplaadid ja puitkiudplaadid. Kruvide teljesuunalise väljatõmbe vastupanu määramine. Tallinn, Standardikeskus, 2011.
6. **Yusuf, Z. Erdil., Zhang, J., Carl, A. Eckelman.** (2002). Holding strenght of screws in plywood and oriented strandboard. – Forest Products Journal; Madison Vol. 52, Issue.6 (2002): 55-62 lk.
7. **E. Saarman., U. Veibri.** (2006). Puiduteadus. 205-207 lk.
8. **C. Ekstrand.** (1979). Svenk skogsindustri. LT:s förlag.
9. **Maciej Sydor., Marcin Wolpiuk.** (2016). The effect of pitch of thread on the force retaining screws in particleboard. Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Forestry and Wood Technology No 96. 2016: pages 151-156
10. **Mladan Popović., Jovan Miljković., Milanka Điprović-Momcilović., Ivana Gavrilović-Grmuša.** (2007). ГЛАСНИК ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА, БЕОГРАД, 2007, бр. 95, стр. 109-117
11. **GRIGGIO tooted.** (2018). [Http://www.griggio.com/en/products/panel-saws/sc-32/](http://www.griggio.com/en/products/panel-saws/sc-32/)
12. **EVS-EN 326-1:2002.** (2002). Puitplaadid: Proovivõtt, lõikamine ja kontroll. Osa 1: Proovivõtt, katsekehade lõikamine ja katsetulemuste väljendamine. Tallinn: Eesti Standardikeskus. 20 lk.
13. **EVS-EN 322:2002.** (2002). Puitplaadid: Niiskussisalduse määramine. Tallinn: Eesti Standardikeskus. 12 lk.

- 14. Renee, Tamm.** (2018). OSB/3 plaadi füüsikaliste ja mehaaniliste karakteristikute muutumine korduvate ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu. Eesti Maaülikool metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- 15. Siim, Kallau.** (2016). OSB-plaadi ligunemise ja väljakuivamise tsüklite arvu mõju mehaanilistele ja füüsikalistele omadustele. Eesti Maaülikool metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.

LISAD

Lisa 1. Katseperioodi 0a ja 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, tarbijakuiv

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	354,78	
2	12	740	
3	21	858,33	
4	22	1126,52	
5	31	963,7	
6	32	1074,89	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1000,08	
2	12	805,76	
3	21	626,68	
4	22	804,65	
5	31	980,07	
6	32	1173,95	

Lisa 2. Katseperioodi 0a ja 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, tarbijakuiv

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	833,37	
2	12	1113,54	
3	21	797,61	
4	22	872,56	
5	31	1158,14	
6	32	1184,63	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	809,44	
2	12	760,68	
3	21	1107,53	
4	22	1161,13	
5	31	747,37	
6	32	633,26	

Lisa 3. Katseperioodi 0a 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	582,29	
2	12	1189	
3	21	770,81	
4	22	620,96	
5	31	1048,17	
6	32	637,21	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	977,55	
2	12	739,66	
3	21	952,53	
4	22	470,17	
5	31	918,41	
6	32	838,54	

Lisa 4. Katseperioodi 0a ja 0ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	572,29	
2	12	1188	
3	21	777,81	
4	22	630,96	
5	31	1108,17	
6	32	647,21	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	657,51	
2	12	639,66	
3	21	752,53	
4	22	770,17	
5	31	898,41	
6	32	818,54	

Lisa 5. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, tarbijakuiv

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	929,85	
2	12	1039,78	
3	13	1272,15	
4	21	1430,11	
5	22	1030,46	
6	23	1310,79	
7	31	1132,62	
8	32	1057,33	
9	33	1576	

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1321,72	
2	12	1417,34	
3	13	843,81	
4	21	1655,17	
5	22	1424,99	
6	23	1390,22	
7	31	1462,69	
8	32	1327,31	
9	33	1090,99	

Lisa 6. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, tarbijakuiv

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1473,02	
2	12	1380,18	
3	13	1358,56	
4	21	1396,37	
5	22	1566,66	
6	23	1302,24	
7	31	1882,71	
8	32	1546,24	
9	33	1335,95	

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1337,82	
2	12	1527,33	
3	13	1346,97	
4	21	1204,17	
5	22	1001,81	
6	23	1200,66	
7	31	1367,28	
8	32	1139,91	
9	33	2020,15	

Lisa 7. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1507,87	
2	12	949	
3	13	1062,73	
4	21	949,48	
5	22	818,93	
6	23	1403,71	
7	31	896,16	
8	32	1297,45	
9	33	1096,89	

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1261,72	
2	12	1043,96	
3	13	1005,12	
4	21	1167,59	
5	22	1265,84	
6	23	1091,99	
7	31	1717,35	
8	32	1118,57	
9	33	1616,06	

Lisa 8. Katseperioodi 0p ja 0r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1497,87	
2	12	989	
3	13	1042,77	
4	21	939,48	
5	22	868,97	
6	23	1403,71	
7	31	896,16	
8	32	1197,48	
9	33	1096,89	

	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	1361,72	
2	12	1043,96	
3	13	1105,12	
4	21	1167,59	
5	22	1265,84	
6	23	1091,99	
7	31	1717,35	
8	32	1018,57	
9	33	1596,06	

Lisa 9. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	459,68	
2	12	407,35	
3	21	739,61	
4	22	668,13	
5	31	740,67	
6	32	544,22	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	395,28	
2	12	493,05	
3	21	858,3	
4	22	559,41	
5	31	718,85	
6	32	562,4	

Lisa 10. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	445,58	
2	12	589,79	
3	21	797,3	
4	22	811,54	
5	31	565,79	
6	32	489,93	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	825,41	
2	12	502,92	
3	21	576,66	
4	22	471,85	
5	31	541,03	
6	32	843,89	

Lisa 11. Katseperioodi 2a 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	297,95	
2	12	255,68	
3	21	413,75	
4	22	462,37	
5	31	536,1	
6	32	417,63	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	629,34	
2	12	351,7	
3	21	392,63	
4	22	388,64	
5	31	400,3	
6	32	417,94	

Lisa 12. Katseperioodi 2a 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	230,44	
2	12	515,5	
3	21	412,87	
4	22	358,03	
5	31	510,23	
6	32	394,15	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	418,17	
2	12	316,34	
3	21	529,26	
4	22	453,69	
5	31	324,86	
6	32	577,76	

Lisa 13. Katseperioodi 3a 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	336,04	
2	12	450,39	
3	21	329,78	
4	22	300,99	
5	31	344,18	
6	32	381,55	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	363,48	
2	12	355,54	
3	21	381,15	
4	22	298,44	
5	31	427,85	
6	32	469,34	

Lisa 14. Katseperioodi 3a 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	367,29	
2	12	491,05	
3	21	355,2	
4	22	385,7	
5	31	483,77	
6	32	334,18	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	488,47	
2	12	369,56	
3	21	330,69	
4	22	415,77	
5	31	402,54	
6	33	429,99	

Lisa 15. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	316,99	
2	12	470,11	
3	21	451,14	
4	22	463,2	
5	31	321,38	
6	32	347,48	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	313,37	
2	12	417,11	
3	21	270,03	
4	22	431,16	
5	31	437,84	
6	32	402,45	

Lisa 16. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	384,58	
2	12	390,04	
3	21	450,81	
4	22	245,7	
5	31	371,2	
6	32	430,08	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	417,39	
2	12	389,23	
3	21	476,92	
4	22	354,29	
5	31	328,16	
6	32	322,02	

Lisa 17. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	250,3	
2	12	450,3	
3	21	253,35	
4	22	269,86	
5	31	272,18	
6	32	272,02	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	359,1	
2	12	272,52	
3	21	316,5	
4	22	212,28	
5	31	371,43	
6	32	369,57	

Lisa 18. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	428,42	
2	12	446,26	
3	21	324,8	
4	22	271,38	
5	31	348,59	
6	32	227,08	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	428,34	
2	12	171,45	
3	21	270,09	
4	22	464,76	
5	31	314,54	
6	32	403,21	

Lisa 19. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	326,07	
2	12	404,3	
3	21	346,99	
4	22	327,78	
5	31	210,98	
6	32	341,18	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	322,7	
2	12	405,09	
3	21	243,13	
4	22	319	
5	31	492,97	
6	32	406,05	

Lisa 20. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	437,35	
2	12	299,15	
3	21	274,15	
4	22	356,6	
5	31	289,42	
6	32	207,65	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	303,87	
2	12	398,19	
3	21	280,93	
4	22	439,09	
5	31	341,31	
6	32	416,41	

Lisa 21. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	236,58	
2	12	262,95	
3	21	360,6	
4	22	320,2	
5	31	277,19	
6	32	249,09	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	253,62	
2	12	283,35	
3	21	317,17	
4	22	248,53	
5	31	353,97	
6	32	220,58	

Lisa 22. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	318,33	
2	12	253,56	
3	21	284,04	
4	22	319,97	
5	31	244,07	
6	32	315,82	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	270,71	
2	12	188,8	
3	21	208,94	
4	22	382,92	
5	31	193,93	
6	32	464,78	

Lisa 23. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	161,37	
2	12	242,96	
3	21	314,49	
4	22	378	
5	31	293,41	
6	32	222,83	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	280,97	
2	12	261,37	
3	21	386,95	
4	22	253,47	
5	31	255,24	
6	32	339,43	

Lisa 24. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	301,22	
2	12	259,98	
3	21	496,08	
4	22	266,88	
5	31	366,09	
6	32	201,99	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	324,49	
2	12	311,54	
3	21	250,56	
4	22	346,17	
5	31	308,54	
6	32	165,55	

Lisa 25. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	367,43	
2	12	240,15	
3	21	378,8	
4	22	243,69	
5	31	250,95	
6	32	256,47	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	251,52	
2	12	241,37	
3	21	231,44	
4	22	405,15	
5	31	181,43	
6	32	192,84	

Lisa 26. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	213,61	
2	12	222,73	
3	21	300,15	
4	22	197,11	
5	31	205,59	
6	32	279,27	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	288,18	
2	12	221,41	
3	21	288,73	
4	22	384,89	
5	31	258,9	
6	32	228,7	

Lisa 27. Katseperioodi 10a ja 10ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	264,71	
2	12	257,26	
3	21	276,89	
4	22	271,71	
5	31	239,84	
6	32	220,07	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	290,34	
2	12	164,42	
3	21	270,91	
4	22	287,82	
5	31	252,01	
6	32	268,16	

Lisa 28. Katseperioodi 10a ja 10 ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	210,53	
2	12	318,49	
3	21	338,3	
4	22	266,92	
5	31	382,77	
6	32	212,09	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	372,45	
2	12	328,69	
3	21	216,44	
4	22	296,01	
5	31	290,6	
6	32	184,1	

Lisa 29. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	368,95	
2	12	358,9	
3	13	410,35	
4	21	339,6	
5	22	547,11	
6	23	369,87	
7	31	406,13	
8	32	421,71	
9	33	456,46	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	393,81	
2	12	497,72	
3	13	412,94	
4	21	452,39	
5	22	479,7	
6	23	453,67	
7	31	431,14	
8	32	499,25	
9	33	613,23	

Lisa 30. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	411,58	
2	12	499,18	
3	13	592,49	
4	21	450,17	
5	22	506,23	
6	23	602,23	
7	31	616,51	
8	32	1056,11	
9	33	624,12	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	476,11	
2	12	490,61	
3	13	457,02	
4	21	898,52	
5	22	719,12	
6	23	800,82	
7	31	450,31	
8	32	566,92	
9	33	411,13	

Lisa 31. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	424,4	
2	12	274,1	seib libises
3	13	288,35	
4	21	209,01	
5	22	268,66	
6	23	328,49	
7	31	218,77	
8	32	329,36	
9	33	408,64	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	239,03	
2	12	275,82	
3	13	274,4	
4	21	237,41	
5	22	362,77	
6	23	285,97	
7	31	407,97	
8	32	522,95	
9	33	528,7	

Lisa 32. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	313,43	
2	12	391,44	
3	13	280,84	
4	21	219,11	
5	22	355,06	
6	23	385,87	
7	31	370,87	
8	32	397,82	
9	33	378,94	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	315,1	
2	12	442,53	
3	13	275,51	
4	21	360,66	
5	22	386,12	
6	23	508,65	
7	31	337,8	
8	32	408,52	
9	33	309,63	

Lisa 33. Katseperioodi 3p ja 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	184,98	
2	12	282,32	
3	13	265,68	
4	21	204,48	
5	22	278,09	
6	23	381,31	
7	31	195,78	
8	32	263,32	
9	33	252,99	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	203,37	
2	12	246,35	
3	13	268,57	
4	21	382,82	
5	22	260,84	
6	23	412,29	
7	31	284,64	
8	32	298,69	
9	33	287,39	

Lisa 34. Katseperioodi 3p 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	248,1	
2	12	328,02	
3	13	214,85	
4	21	202,86	
5	22	240,49	
6	23	322,36	
7	31	233,24	
8	32	228,94	
9	33	257,54	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	316,5	
2	12	372,14	
3	13	394,94	
4	21	352,8	
5	22	351,44	
6	23	260,78	
7	31	434,43	
8	32	451,91	
9	33	350,93	

Lisa 35. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	312,5	
2	12	171,19	
3	13	199,07	
4	21	273,91	
5	22	327,5	
6	23	221,15	
7	31	255,16	
8	32	309	
9	33	257,74	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	225	
2	12	196,8	
3	13	407,73	
4	21	289,45	
5	22	271,25	
6	23	352,7	
7	31	270,07	
8	32	341,75	
9	33	250,7	

Lisa 36. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	255,02	
2	12	352,54	
3	13	350,55	
4	21	391,99	
5	22	308,31	
6	23	311,71	
7	31	234,36	
8	32	272,99	
9	33	199,95	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	286,06	
2	12	262,17	
3	13	263,81	
4	21	278,16	
5	22	290,23	
6	23	273,4	
7	31	190,92	
8	32	252,08	
9	33	345,88	

Lisa 37. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	156,54	
2	12	163,82	
3	13	109,08	
4	21	311,46	
5	22	177,82	
6	23	178,94	
7	31	238,91	
8	32	279,7	
9	33	177,75	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	226,62	
2	12	251,5	
3	13	281,43	
4	21	222,28	
5	22	130,85	
6	23	288,63	
7	31	249,19	
8	32	226,07	
9	33	177,28	

Lisa 38. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	244,56	
2	12	236,67	
3	13	237,06	
4	21	256,72	
5	22	330,49	
6	23	308,59	
7	31	226,29	
8	32	201,36	
9	33	182,01	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	337,6	
2	12	305,92	
3	13	315,98	
4	21	348,36	
5	22	301,23	
6	23	275,84	
7	31	244,72	
8	32	255,8	
9	33	241,99	

Lisa 39. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	253,15	
2	12	223,8	
3	13	227,27	
4	21	189,58	
5	22	213,5	
6	23	218,5	
7	31	172,47	
8	32	292,39	
9	33	198,7	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	182,69	
2	12	227,52	
3	13	263,15	
4	21	383,73	
5	22	228,09	
6	23	180,02	
7	31	229,31	
8	32	184,62	
9	33	245,72	

Lisa 40. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	178	
2	12	185,76	
3	13	228,81	
4	21	249,87	
5	22	322,59	
6	23	283,39	
7	31	186,65	
8	32	241,6	
9	33	443,92	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	206,06	
2	12	395,35	
3	13	282,78	
4	21	250,48	
5	22	397,05	
6	23	172,47	
7	31	289,59	
8	32	326,67	
9	33	321,77	

Lisa 41. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	232,67	
2	12	193,43	
3	13	270,72	
4	21	235,16	
5	22	336,92	
6	23	312,77	
7	31	188,23	
8	32	127,01	
9	33	257,78	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	147,66	
2	12	179,85	
3	13	241,15	
4	21	122,43	
5	22	141,23	
6	23	155,97	
7	31	361,7	
8	32	290,89	
9	33	301,96	

Lisa 42. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	253,08	
2	12	305,64	
3	13	288,15	
4	21	271,22	
5	22	225,06	
6	23	284,39	
7	31	327,8	
8	32	390,28	
9	33	383,07	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	184,99	
2	12	259,94	
3	13	285,51	
4	21	274,4	
5	22	359,73	
6	23	295,48	
7	31	213,52	
8	32	171,75	
9	33	201,66	

Lisa 43. Katseperioodi 8p 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	119,09	
2	12	239,42	
3	13	210,15	
4	21	104,15	
5	22	205,88	
6	31	132,92	
7	31	235,2	
8	32	282,45	
9	33	326,35	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	178,34	
2	12	141,56	
3	13	154,86	
4	21	314,43	
5	22	280,94	
6	23	215,92	
7	31	230,78	
8	32	270,55	
9	33	252,94	

Lisa 44. Katseperioodi 8p ja 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	214,24	
2	12	296,35	
3	13	212,07	
4	21	220,59	
5	22	127,19	
6	23	151,51	
7	31	142,26	
8	32	239,73	
9	33	220,46	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	327,82	
2	12	200,83	
3	13	284,79	
4	21	233,01	
5	22	252,82	
6	23	246,11	
7	31	300,42	
8	32	281,24	
9	33	454,75	

Lisa 45. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	169,66	
2	12	227,92	
3	13	197,99	
4	21	202,66	
5	22	210,11	
6	23	215,75	
7	31	240,78	
8	32	201,02	
9	33	137,93	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	214,13	
2	12	195,73	
3	13	189,22	
4	21	239,8	
5	22	160,79	
6	23	212,8	
7	31	177,08	
8	32	41,35	
9	33	210,48	

Lisa 46. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	163,41	
2	12	276,42	
3	13	212	
4	21	223,62	
5	22	146,79	
6	23	245,03	
7	31	256,66	
8	32	206,1	
9	33	176,22	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	287,22	
2	12	235,47	
3	13	263,31	
4	21	135,32	
5	22	206,55	
6	23	198,16	
7	31	309,09	
8	32	390,19	
9	33	319,46	

Lisa 47. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	148,58	
2	12	175,11	
3	13	146,47	
4	21	185,02	
5	22	110,99	
6	23	132,66	
7	31	174,72	
8	32	200,77	
9	33	227,06	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	178,7	
2	12	152,52	
3	13	167,84	
4	21	138,92	
5	22	143,99	
6	23	218,53	
7	31	341,4	
8	32	225,59	
9	33	170,58	

Lisa 48. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, märg

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	201,23	
2	12	196,83	
3	13	255,16	
4	21	132,48	
5	22	206,08	
6	23	260,22	
7	31	179,56	
8	32	147,03	
9	33	211,51	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	249,79	
2	12	213,64	
3	13	192,86	
4	21	325,69	
5	22	217,62	
6	23	390	
7	31	308,44	
8	32	208,89	
9	33	340,84	

Lisa 49. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	526,07	
2	12	899,25	
3	21	702,75	
4	22	1107,69	
5	31	763,52	
6	32	901,47	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	698,81	
2	12	1124,35	
3	21	882,49	
4	22	768,11	
5	31	441,6	
6	32	741,67	

Lisa 50. Katseperioodi 1a ja 1ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	687,65	
2	12	560,21	
3	21	839,74	
4	22	717,6	
5	31	677,37	
6	32	1042,71	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	631,71	
2	12	774,9	
3	21	560,31	
4	22	814,6	
5	31	736,97	
6	32	1116,64	

Lisa 51. Katseperioodi 2a ja 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	637,18	
2	12	459,84	
3	21	723,97	
4	22	940,46	
5	31	361,68	
6	32	574,04	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	669,42	
2	12	593,92	
3	21	812,87	
4	22	942,99	
5	31	474,92	
6	32	438,6	

Lisa 52. Katseperioodi 2a ja 2ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	675,09	
2	12	373,63	
3	21	689,74	
4	22	674,54	
5	31	729,79	
6	32	617,2	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	695,48	
2	12	573,08	
3	21	841,21	
4	22	570,03	
5	31	766,4	
6	32	763,05	

Lisa 53. Katseperioodi 3a ja 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	420,13	
2	12	595,43	
3	21	846,55	
4	22	617,37	
5	31	667,6	
6	32	507,68	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	478,63	
2	12	530,85	
3	21	914,93	
4	22	428,53	
5	31	688,17	
6	32	656,61	

Lisa 54. Katseperioodi 3a ja 3ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	642,05	
2	12	694,25	
3	21	479,8	
4	22	489,08	
5	31	638,2	
6	32	684,65	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	531,58	
2	12	532,78	
3	21	787,71	
4	22	755,35	
5	31	613,93	
6	32	1004,58	

Lisa 55. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	467,98	
2	12	479,65	
3	21	670,38	
4	22	341,91	
5	31	528	
6	32	556,75	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	419,77	
2	12	707,72	
3	21	524,04	
4	22	579,52	
5	31	486,61	
6	32	500,35	

Lisa 56. Katseperioodi 4a ja 4ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	447,87	
2	12	621,68	
3	21	408,46	
4	22	500,58	
5	31	340,14	
6	32	669,68	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	525,76	
2	12	497,87	
3	21	435,03	
4	22	715,54	
5	23	379,36	
6	32	555,76	

Lisa 57. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	437,46	
2	12	523,96	
3	21	642,76	
4	22	492,29	
5	31	468,44	
6	32	408,21	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	385,38	
2	12	385,3	
3	21	544,21	
4	22	572,55	
5	31	573,42	
6	32	751,76	

Lisa 58. Katseperioodi 5a ja 5ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	392,77	
2	12	907,03	
3	21	456,25	
4	22	566,58	
5	31	457,4	
6	32	524,72	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	509	
2	12	793,87	
3	21	430	
4	22	506,39	
5	31	517,73	
6	32	661,3	

Lisa 59. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	446,97	
2	12	310,78	
3	21	638,87	
4	22	292	
5	31	472,2	
6	32	669,28	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	581,69	
2	12	415,61	
3	21	722,16	
4	22	556,47	
5	31	499,97	
6	32	449,08	

Lisa 60. Katseperioodi 6a ja 6ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	644,54	
2	12	467,02	
3	21	421,36	
4	22	503,96	
5	31	517,29	
6	32	414,43	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	446,36	
2	12	485,02	
3	21	751	
4	22	477,88	
5	31	397,54	
6	32	457,8	

Lisa 61. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	665,69	
2	12	346,31	
3	21	603,08	
4	22	420,58	
5	31	352,7	
6	32	536,89	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	513,23	
2	12	349,06	
3	21	415,68	
4	22	383,74	
5	31	568,92	
6	32	715,33	

Lisa 62. Katseperioodi 7a ja 7ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	564,68	
2	12	502,7	
3	21	427,65	
4	22	582,36	
5	31	711,53	
6	32	561,88	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	456,51	
2	12	423,99	
3	21	742,02	
4	22	488,21	
5	31	507,15	
6	32	489,09	

Lisa 63. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	486,3	
2	12	462,55	
3	21	421,01	
4	22	676,75	
5	31	476,12	
6	32	557,88	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	463,45	
2	12	617,45	
3	21	477,43	
4	22	725,73	
5	31	442,88	
6	32	589,68	

Lisa 64. Katseperioodi 8a ja 8ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	624,01	
2	12	590,5	
3	21	511,32	
4	22	462,84	
5	31	434,67	
6	32	511,53	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	519,77	
2	12	526,66	
3	21	610,68	
4	22	620,99	
5	31	453,98	
6	32	462,46	

Lisa 65. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	543,14	
2	21	467,29	
3	21	458,38	
4	22	479,39	
5	31	551,57	
6	32	408,17	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	427,08	
2	12	566,85	
3	21	337,76	
4	22	460,72	
5	31	461,97	
6	32	366,57	

Lisa 66. Katseperioodi 9a ja 9ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	431,43	
2	12	634,17	
3	21	453,86	
4	22	398,62	
5	31	438,44	
6	32	546,06	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	337,19	
2	12	481,04	
3	21	473,15	
4	22	336,41	
5	31	478,74	
6	32	350,11	

Lisa 67. Katseperioodi 10a ja 10ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskusesaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	368,32	
2	12	464,25	
3	21	411,99	
4	22	355,96	
5	31	463,47	
6	32	355,62	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	308,59	
2	12	511,21	
3	21	358,06	
4	22	488,9	
5	31	568,67	
6	32	345,85	

Lisa 68. Katseperioodi 10a ja 10ü kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskusesaldusega

a	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	365,1	
2	12	558,43	
3	21	377,14	
4	22	516,25	
5	31	326,59	
6	32	503,42	

ü	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	263,81	
2	12	494,18	
3	21	316,66	
4	22	404,69	
5	31	383,46	
6	32	599,27	

Lisa 69. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskusesaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	789,46	
2	12	655,08	
3	13	634,56	
4	21	593,37	
5	22	860,6	
6	23	516,37	
7	31	533,11	
8	32	1067,99	
9	33	729,34	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	541,99	
2	12	639,36	
3	13	650,27	
4	21	786,13	
5	22	589,98	
6	23	1111,54	
7	31	452,04	
8	32	625,25	
9	33	434,08	

Lisa 70. Katseperioodi 1p ja 1r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	721,34	
2	12	634,01	
3	13	768,36	
4	21	974,93	
5	22	957,53	
6	23	747,41	
7	31	730,14	
8	32	744,73	
9	33	772,5	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	793,39	
2	12	877,17	
3	13	681,14	
4	21	1293,51	
5	22	866,56	
6	23	719,5	
7	31	801,2	
8	32	841,7	
9	33	709,38	

Lisa 71. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	393,95	
2	12	441,87	
3	13	851,05	
4	21	408,49	
5	22	559,09	
6	23	391,61	
7	31	485,98	
8	32	557,63	
9	33	528,21	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	681,01	
2	12	599,48	
3	13	550,92	
4	21	490,76	
5	22	497,26	
6	23	648,28	
7	31	669,69	
8	32	584,45	
9	33	654,91	

Lisa 72. Katseperioodi 2p ja 2r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	591,82	
2	12	575,09	
3	13	713,4	
4	21	502,94	
5	22	578,23	
6	23	550,02	
7	31	482,03	
8	32	675,69	
9	33	690,12	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	392,95	
2	12	761,41	
3	13	431,68	
4	21	770,42	
5	22	604,86	
6	23	466,56	
7	31	776,97	
8	32	513,56	
9	33	707,98	

Lisa 73. Katseperioodi 3p ja 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	576,96	
2	12	538,01	
3	13	560,81	
4	21	382,28	
5	22	419,14	
6	23	342,75	
7	31	247	
8	32	430,09	
9	33	640,53	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	601,81	
2	12	326,27	
3	13	596,68	
4	21	492,09	
5	22	749,17	
6	23	564,7	
7	31	488,15	
8	32	372,88	
9	33	440,81	

Lisa 74. Katseperioodi 3p ja 3r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	399,83	
2	12	474,16	
3	13	593,84	
4	21	546,08	
5	22	797,25	
6	23	414,06	
7	31	252,43	
8	32	552,42	
9	33	443,89	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	622,73	
2	12	617,65	
3	13	471,26	
4	21	559,12	
5	22	509,94	
6	23	611,93	
7	31	659,76	
8	32	657,99	
9	33	622,28	

Lisa 75. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	460,6	
2	12	597,27	
3	13	437,92	
4	21	492,16	
5	22	564,73	
6	23	324,64	
7	31	315,23	
8	32	400,71	
9	33	349,46	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	285,2	
2	12	371,79	
3	13	391,26	
4	21	252,37	
5	22	435,48	
6	23	539,62	
7	31	414,87	
8	32	483,66	
9	33	564,81	

Lisa 76. Katseperioodi 4p ja 4r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga,12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	448,42	
2	12	414,6	
3	13	313,74	
4	21	445,86	
5	22	424,16	
6	23	486,75	
7	31	430,71	
8	32	446,26	
9	33	288,45	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	453,81	
2	12	555,5	
3	13	647	
4	21	623,33	
5	22	519,08	
6	23	454,23	
7	31	422,23	
8	32	498,74	
9	33	360,64	

Lisa 77. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	331,92	
2	12	222,7	
3	13	427,35	
4	21	444,51	
5	22	350,32	
6	23	304,79	
7	31	516,44	
8	32	427,27	
9	33	216,37	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	502,13	
2	12	321,67	
3	13	463,03	
4	21	275,17	
5	22	344,99	
6	23	329,63	
7	31	263,57	
8	32	269,56	
9	33	353,18	

Lisa 78. Katseperioodi 5p ja 5r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga,12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	338,32	
2	12	477,64	
3	13	508,63	
4	21	610,87	
5	22	241,83	
6	23	593,24	
7	31	453,55	
8	32	408,64	
9	33	505,29	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	614,36	
2	12	481,17	
3	13	552,33	
4	21	630,65	
5	22	408,77	
6	23	422,36	
7	31	552,45	
8	32	446,33	
9	33	552,45	

Lisa 79. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	317,14	
2	12	458,11	
3	13	355,73	
4	21	407,49	
5	22	351,6	
6	23	318,01	
7	31	223,12	
8	32	253,15	
9	33	438,66	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	385,19	
2	12	368,97	
3	13	360,08	
4	21	553,1	
5	22	292,37	
6	23	446,01	
7	31	343,35	
8	32	312,45	
9	33	560,11	

Lisa 80. Katseperioodi 6p ja 6r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	528,01	
2	12	381,89	
3	13	403,13	
4	21	354,25	
5	22	330,37	
6	23	493	
7	31	301,75	
8	32	310,84	
9	33	438,73	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	297,88	
2	12	330,87	
3	13	461,39	
4	21	408,11	
5	22	289,47	
6	23	459,78	
7	31	612,35	
8	32	786,04	
9	33	710,03	

Lisa 81. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	287,71	
2	12	257,31	
3	13	240,79	
4	21	345,78	
5	22	313,72	
6	23	383,13	
7	31	396,17	
8	32	355,11	
9	33	446,49	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	283,53	
2	12	389,45	
3	13	481,14	
4	21	321,36	
5	22	465,8	
6	23	287,29	
7	31	270,99	
8	32	262,89	
9	33	424,21	

Lisa 82. Katseperioodi 7p ja 7r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	399,14	
2	12	367,6	
3	13	241,2	
4	21	284,93	
5	22	368,38	
6	23	340,39	
7	31	217,11	
8	32	273,12	
9	33	235,41	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	315,25	
2	12	405,88	
3	13	506,09	
4	21	383,65	
5	22	267,4	
6	23	310,33	
7	31	271,64	
8	32	411,4	
9	33	504,19	

Lisa 83. Katseperioodi 8p ja 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	295,46	
2	12	310,98	
3	13	458,56	
4	21	221,48	
5	22	233,51	
6	23	234,93	
7	31	302,77	
8	32	306,81	
9	33	170,15	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	296,04	
2	12	272,43	
3	13	411,03	
4	21	335,97	
5	22	381,75	
6	23	307,67	
7	31	376,03	
8	32	334,26	
9	33	231,43	

Lisa 84. Katseperioodi 8p ja 8r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	242,67	
2	12	186,32	
3	21	411,62	
4	21	617,13	
5	22	256,86	
6	23	451,05	
7	31	555,66	
8	32	345,78	
9	33	492,38	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	581,65	
2	12	369,03	
3	13	534,92	
4	21	350,09	
5	22	298,46	
6	23	394,02	
7	31	403,23	
8	32	380,96	
9	33	739,79	

Lisa 85. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	236,94	
2	12	176,05	
3	13	308,77	
4	21	285,85	
5	22	270,47	
6	23	258,87	
7	31	210,72	
8	32	169,53	
9	33	175,72	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	316,58	
2	12	472,22	
3	13	210,09	
4	21	376,61	
5	22	294,91	
6	23	403,84	
7	31	361,62	
8	32	383,34	
9	33	303,55	

Lisa 86. Katseperioodi 9p ja 9r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	308	
2	12	322,15	
3	13	372,13	
4	21	337,52	
5	22	420,85	
6	23	329,21	
7	31	408,78	
8	32	318,24	
9	33	294,99	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	329,06	
2	12	365,15	
3	13	306,23	
4	21	483,23	
5	22	433,22	
6	23	662,34	
7	31	454,6	
8	32	343,73	
9	33	274,47	

Lisa 87. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused ilma mastiksita, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	253,42	
2	12	203,71	
3	13	177,35	
4	21	291,93	
5	22	274,2	
6	23	239,16	
7	31	222,55	
8	32	205,14	
9	33	137,86	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	242,34	
2	12	305,39	
3	13	194,9	
4	21	175,86	
5	22	382,67	
6	23	275,6	
7	31	198,88	
8	32	317,77	
9	33	146,82	

Lisa 88. Katseperioodi 10p ja 10r kruvi kinnitustugevuse katsetulemused mastiksiga, 12% niiskussisaldusega

p	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	243,19	
2	12	310,75	
3	13	218,32	
4	21	249,8	
5	22	443,22	
6	23	402,34	
7	31	344,81	
8	32	512,37	
9	33	397,93	

r	Katsekeha nr.	Maximum Load (N)	Märkus
1	11	251,31	
2	12	350,61	
3	13	396,34	
4	21	436,85	
5	22	363,76	
6	23	355,46	
7	31	305,28	
8	32	405,87	
9	33	328,45	

Lisa 89. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Valdor Reigo,

(sünniaeg 11.06.1992)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö OSB/3 plaadi kruvi kinnitustugevuse muutumine ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu, mille juhendaja(d) on Harri Lille ja Regino Kask,
 - 1.1 salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
 - 1.2 digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
 - 1.3 veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemisekskuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, *Kuupäeva sisestamiseks klõpsake siin.*

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)